

TÍTULO/TEMA:

ECO-ARQUITECTURA

Casas modulares sustentáveis em Portugal

Manual ilustrado: Estratégias para a construção modular sustentável em madeira em Portugal

Ana Viegas Dias Rodrigues

(Licenciada)

Dissertação de Natureza Científica para a obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura

Orientação Científica:

Professor Doutor Jorge Manuel Frazão Cancela

Professor Augusto Miguel da Gama Antunes de Albuquerque

Júri de Prova:

Presidente do Júri: Professor Doutor Carlos Alexandre Coutinho Mesquita

Vogal: Professor Doutor Jorge Manuel Tavares Ribeiro

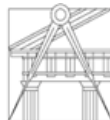
Orientador: Professor Doutor Jorge Manuel Frazão Cancela

Documento Definitivo

Lisboa, FAULisboa, Dezembro, 2018



UNIVERSIDADE
DE LISBOA



FACULDADE DE ARQUITETURA
UNIVERSIDADE DE LISBOA

TÍTULO/TEMA:

ECO-ARQUITECTURA

Casas modulares sustentáveis em Portugal

Manual ilustrado: Estratégias para a construção modular sustentável em madeira em Portugal

Ana Viegas Dias Rodrigues

(Licenciada)

Dissertação de Natureza Científica para a obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura

Orientação Científica:

Professor Doutor Jorge Manuel Frazão Cancela

Professor Augusto Miguel da Gama Antunes de Albuquerque

Júri de Prova:

Presidente do Júri: Professor Doutor Carlos Alexandre Coutinho Mesquita

Vogal: Professor Doutor Jorge Manuel Tavares Ribeiro

Orientador: Professor Doutor Jorge Manuel Frazão Cancela

Documento Definitivo

Lisboa, FAULisboa, Dezembro, 2018

*Dissertação escrita sem o novo acordo ortográfico

Para ti, avô.

AGRADECIMENTOS:

Um agradecimento profundo a alguém que já não está presente, mas a quem dedico esta dissertação: ao meu avô que sempre teve orgulho em mim e no facto de ter entrado em Arquitectura.

Um agradecimento muito especial à minha mãe, Rosarinho, e à minha irmã, Maria, por me terem aturado e acompanhado durante todo o processo. Quero agradecer-lhes do fundo do coração, pois são os pilares da minha vida: sem elas nada faria sentido. Um muito obrigada, por todo o apoio e carinho.

Obrigada a todos os meus amigos e familiares a quem “melguei” o juízo pois são uma força inabalável. Um agradecimento especial à minha amiga Joana Costa que teve a paciência e a dedicação para ler a dissertação e acompanhar durante todo o processo.

Quero fazer um agradecimento especial à, Ana Mercedes, pela enorme paciência que teve em ler e corrigir a minha dissertação do ponto de vista ortográfico e sintáctico. A ela, um enorme beijinho e um grande obrigada.

Quero agradecer aos meus orientadores, Jorge Cancela e Miguel Gama, pela disponibilidade e extrema paciência que tiveram para comigo.

Um agradecimento a todas as empresas envolvidas neste trabalho: MIMA Housing; TreeHouse JULAR e ModularSystem, pela disponibilidade e informação despendidas.

Quero agradecer, finalmente, embora não seja menos importante por se encontrar no final dos meus agradecimentos, a quem despendeu do seu tempo e está a ler esta dissertação. É sinal de que mais alguém, para além de mim, se preocupa com esta temática.

RESUMO:

Atenta à situação ambiental mundial, à escassez dos recursos naturais e ao impacto que o sector da construção tem sobre o planeta, a presente dissertação tem como principal objectivo, a exploração de algumas opções de construção modular sustentável em madeira existentes em Portugal, com o fim de desenvolver um pequeno manual ilustrado que agregue estratégias para esta construção, de forma clara e sucinta, para que esta temática seja mais facilmente abordada e compreendida.

A Eco Arquitectura é uma temática cada vez mais explorada a nível mundial em todas as suas vertentes e soluções. Porém, em Portugal, apesar de já em crescimento esta é uma temática de desconhecimento por parte da população geral e que carece de estudo e ensino por parte das faculdades de arquitectura do país. A construção modular e a sustentabilidade são duas temáticas que, quando trabalhadas em conjunto, permitem a diminuição drástica dos impactes ambientais que o sector da construção tem actualmente sobre o planeta Terra. A utilização da madeira na sua composição (sendo este o material de construção mais sustentável disponível, devido à sua renovação natural e às suas características inerentes “amigas do ambiente”) torna-a numa solução económica, rápida e sustentável.

Neste estudo pretende-se demonstrar as possibilidades que este tipo de construção oferece, evidenciando as características sustentáveis e ecológicas. Para isso, é feita uma análise individual e comparativa de três empresas de construção modular sustentável nacionais, de forma a compreender quais as estratégias aplicadas neste tipo de construção a nível nacional e quais as soluções mais viáveis; culminando num manual ilustrado dividido em 3 secções: Estratégias para a construção sustentável; Escolha do Sistema Modular e Exemplo prático de uma construção modular em Portugal.

ABSTRACT:

Considering the global environmental situation, natural resources scarcity and the impact that the construction sector has on the planet, this dissertation has as its main objective, the exploration of some options of sustainable modular wood construction existing in Portugal, with the purpose of developing a small illustrated manual with strategies for this type of construction, in a clear and succinct way, so that this topic can be easily approached and understood.

Nowadays Eco Architecture is an issue that is arousing interest worldwide in all its aspects and solutions. However, in Portugal, although it is gradually becoming more and more well-known, it is still a subject of ignorance to most of the population and it lacks study and teaching by the faculties of architecture in the country. Modular construction and sustainability are two themes that, when combined, allow a drastic reduction of the environmental impacts that the construction sector currently has on planet Earth. The use of wood in its composition, which is the most sustainable building material available due to its natural renewability and its inherent "eco-friendly" characteristics, makes it an economical, fast and sustainable solution.

This study intends to demonstrate the possibilities that this type of construction offers, highlighting the sustainable and ecological characteristics. Therefore, an individual and comparative analysis of three national sustainable modular construction companies is carried out, in order to understand the strategies applied in this type of construction at national level and which are the most viable solutions; culminating in an illustrated manual divided into 3 sections: Strategies for sustainable construction; Choice of Modular System and Practical example of a modular building in Portugal.

ÍNDICE:

1.INTRODUÇÃO	3
1.1 Enquadramento ao Tema	3
1.2 Motivação	5
1.3 Metodologia	5
1.4 Estrutura da dissertação	6
1.5 Objectivos	9
2. SECTOR DA CONSTRUÇÃO EM PORTUGAL	11
2.1 Situação Actual do Parque Edificado	11
2.2 Materialidades dos Sistemas Construtivos	15
2.3 Consumo dos Recursos Energéticos	16
2.4 Outros impactes ambientais da construção	20
2.4.1 Resíduos	20
2.4.2 Gestão da Água	21
2.5 Considerações Finais	22
3. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	23
4. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	23
4.1 Porquê um modelo sustentável na construção?	32
4.2 Conceito de Construção Sustentável	33
4.3 Princípios Básicos	35
4.4 Objectivos	36
4.5 Vantagens da Construção Sustentável	36
4.6 Construção Bioclimática	37
4.6.1 Localização	37
4.6.2 Materiais Eco Eficientes	37
4.6.3 Soluções Passivas de Aquecimento	38
4.6.4 Soluções Passivas de Arrefecimento	40
4.6.5 Soluções Activas de Aquecimento e Arrefecimento	41
4.6.6 Iluminação	41
4.6.7 Gestão da água	42
4.7. Análise do Ciclo de Vida da Construção (ACV)	43
2.3.7.1 Importância da desconstrução	44
4.8 Sistemas de Certificação Ambiental	44

4.8.1 BREEAM (<i>Building Research Establishment Assessment Method</i>)	45
4.8.2 LEED (<i>Leadership in Energy and Environment Design</i>)	46
4.8.3 LiderA	48
4.9 Arquitectura Ecológica	50
4.10 Considerações Finais	51
5. CONSTRUÇÃO MODULAR	52
5.1 História da Construção Modular	53
5.2 Conceito e Tipos de Sistemas	58
5.3 Componentes e Elementos	62
5.3.1 Módulo	62
5.3.2 Malha	63
5.3.3 “Teoria dos Policubos”	65
5.4 Materialidades dos Sistemas Construtivos	69
5.4.1 Construção em Madeira	70
5.4.2 Construção em LSF(“ <i>Light Steel Framing</i> ”)- Aço galvanizado	70
5.4.3 Construção em Betão	71
5.5 Transporte e Montagem	71
5.6 Vantagens e Desvantagens	73
5.7 Considerações Finais	74
6. CONSTRUÇÃO MODULAR SUSTENTÁVEL	75
6.1 Fundamentos	75
6.2 Capacidade de Adaptação e Evolução	77
6.3 Identificação de alguns modelos portugueses	78
6.4 A madeira e a sustentabilidade	86
6.4.1. Problemas da Construção em Madeira	87
6.4.2 Construção em madeira em Portugal	88
6.5 Considerações Finais	89
7. ANÁLISE DOS CASOS DE ESTUDO	91
7.1.ModularSystem	92
7.1.1 Eco Houses- Pedras Salgadas Spa & Nature Park-Luís Rebelo de Andrade e Modular System	101
7.2. Treehouse-JULAR	104
7.2.1 Treehouse Riga T1+1, Guincho	117
7.3. MIMA Housing	120

7.3.1 MIMA Light	138
7.4 Comparação entre os Casos de estudo Nacionais.....	140
7.5 Exemplos Casos de Estudo Estrangeiros	145
7.5.1 <i>French Island</i> – EcoLiv	145
7.5.2 O Refúgio inteligente NOEM.....	148
7.5.3 <i>Franshoek</i> : Ecomo	151
7.6 Considerações Finais	154
8. MANUAL ILUSTRADO: ESTRATÉGIAS PARA A CONSTRUÇÃO MODULAR SUSTENTÁVEL EM MADEIRA EM PORTUGAL.....	156
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	227
10. APÊNDICES	229
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	247
12. BIBLIOGRAFIA GERAL.....	249
13. ANEXOS	253

ÍNDICE DE FIGURAS:

Fig. 1: Previsão para o crescimento populacional (bilhões de pessoas)	3
Fig. 2: Aumento da temperatura 1880-2018	3
Fig. 3: Estrutura da Dissertação	8
Fig. 4: Proporção número de edifícios VS alojamentos ao longo dos anos	11
Fig. 5: Proporção de edifícios Vs alojamentos nas regiões do país	12
Fig. 6: Proporção de edifícios concluídos em Portugal por tipo de obra 2011/2017....	13
Fig. 7: Reabilitação VS Nova Construção Residencial em Portugal 2017	13
Fig. 8: Edifícios concluídos em 2017	13
Fig. 9: Alojamentos segundo a tipologia por obra concluída em 2017	14
Fig. 10: Alojamentos segundo a tipologia Portugal 2017	14
Fig. 11: Número de edifícios clássicos, segundo o estado de conservação 2011	14
Fig. 12: Materialidade da Estrutura das construções em Portugal 2011	15
Fig. 13: Materialidade do revestimento exterior das construções em Portugal 2011...	16
Fig. 14: Consumo de Energia Final (%) por sector económico EU28 2015	16
Fig. 15: Consumo de Energia Final (%) por sector em Portugal 2016	17
Fig. 16: Repartição da Produção de Energia em Portugal 2017	17
Fig. 17: Repartição da Produção de Energia em Portugal Março 2018	18
Fig. 18: Fontes de Produção de Energia Em Portugal	18
Fig. 19: Emissões de GEE (tCo ² eq-milhares) Europa 2015 todos os sectores UE28	19
Fig. 20: Emissões de GEE (tCo ² eq) por sector económico Portugal 2015	19
Fig. 21: Distribuição do consumo de energia final (%) no sector doméstico em Portugal	20
Fig. 22: Gestão dos Resíduos Sectoriais por sectores económicos	20
Fig. 23: INEFICIÊNCIA (DESPERDÍCIO) nacional no uso da água por sector	21
Fig. 24: Concentração Global de CO ₂ na atmosfera (ppm)	23
Fig. 25: Estratégia 20-20-20: Ambiente.....	27
Fig. 26: Três Dimensões do Desenvolvimento Sustentável	29
Fig. 27: Desafios e Acções – Agenda 21 para a Construção Sustentável.....	34
Fig. 28: Evolução das preocupações na construção	34
Fig. 29: Ganhos Directos	38
Fig. 30: Parede de Trompe- Funcionamento	39
Fig. 31: Estufa Solar- Funcionamento	39
Fig. 32: Formas de Arrefecimento Passivas	41
Fig. 33: Ciclo de vida de um edifício e dos seus materiais	44
Fig. 34: Níveis de Certificação do Sistema LiderA.....	49
Fig. 35: Refúgio em Finca Aguy, Uruguai.....	50
Fig. 36: <i>Manning Portable Colonial Cottage</i>	54
Fig. 38: Catálogo <i>Sears.Roebuck Co.</i> 1908.....	55
Fig. 37: Catálogo <i>Aladdin Homes</i> 1908.....	55
Fig. 39: <i>General Housing Corporation</i> , Howard Fisher	56
Fig. 40: <i>Dymaxion House</i> , Buckminster Fuller	56
Fig. 41: Casas Lustron- pré-fabricadas	57

Fig. 42 e 42(i): <i>LofCube, Art Cube</i> Berlin 2007	59
Fig. 43: “ <i>Little Hero</i> ” Melbourne, Austrália.....	60
Fig. 44: <i>Pierson Upper Court-Yale University</i>	60
Fig. 45 e 45(i): <i>Marmol Radziner Prefab</i>	60
Fig. 46 e 46(i): Exemplo de Sistema Construtivos de Elementos Modulares.....	61
Fig. 47 e 47(i): Sistema Misto <i>WikkellHouse</i>	61
Fig. 48: Esquema Multimódulo 6M	63
Fig. 49: Esquema Submódulo M/5	63
Fig. 50: Tipos de malhas utilizadas no desenho arquitectónico (M- módulo).....	64
Fig. 51: Políminios- à esquerda dominó, no centro e direita tetraminó.....	65
Fig. 52: Formação de um Policubo.....	66
Fig. 53: Metodologia 1- Teoria policubos aplicada à arquitectura modular	67
Fig. 54: Metodologia 2- Teoria policubos aplicada à arquitectura modular	68
Fig. 55: Moradia Unifamiliar <i>ModularSystem</i>	70
Fig. 56: Estrutura Portilame-Mima <i>Housing</i>	70
Fig. 57: Estrutura MOKIDO.....	71
Fig. 58: Estrutura Futureng –Bloken.....	71
Fig. 59: Painéis em Betão <i>MUDASTONE</i>	71
Fig. 60: Casa Unifamiliar SIT modular.....	71
Fig. 61: Processo Construção Modular	72
Fig. 62: Cronologia da construção modular VS construção tradicional	74
Fig. 63: 3D MIMA	78
Fig. 64: Modelo Standard MIMA	78
Fig. 65: Possíveis acabamentos da casa MIMA	79
Fig. 66: MIMA <i>House</i> - Vistas Exterior	79
Fig. 67: Movimento de Rotação da Casa e respectiva cobertura ao longo do dia.....	80
Fig. 68: 3D movimento de rotação das CEM	80
Fig. 69: Casa em Movimento II Porto- Cobertura em Painéis Solares	80
Fig. 70 e 70 (i): Casa DP, Pestana Tróia Eco <i>Resort and Residence</i>	81
Fig. 71: Casa Modelo HABITA T0 64,80 m ²	82
Fig. 72: Casa Modelo Podle NATURA T1 45 m ²	82
Fig. 73: Modelo Casa REC T3 PERSONA.....	82
Fig. 74: Modelo ASSITE- Bar	82
Fig. 75: Modelo Casa Podle T2 NATURA	82
Fig. 76: Modelo Casa Core T2 HABITA	82
Fig. 77: <i>Bungalow Wood</i> goodmood T2, Alcobaça 2013.....	83
Fig. 78: <i>Bungalow Cork</i> goodmood T0, Alcanena 2015	83
Fig. 79: Tipologias <i>Bungalows goodmood</i>	83
Fig. 80: Tipologias de Casas <i>Treehouse</i>	84
Fig. 81: <i>Treehouse</i> Douro.....	84
Fig. 82: <i>Treehouse</i> Alentejo.....	84
Fig. 83: Tipologias Ecomob <i>Resort Nature Home</i>	85
Fig. 84: Tipologias Emob <i>Living Nature Home</i>	85
Fig. 85 e 85 (i): Emob <i>Resort Nature Home</i> T2- Revestimento em madeira.....	86

Fig. 86 e 86 (i): Emob <i>Living Nature Home T2</i>	86
Fig. 87: Madeira atacada por térmitas.....	88
Fig. 88: Madeira descolorada-envelhecida	88
Fig. 89: <i>Ecohouses</i> , Pedras Salgadas <i>Spa & Nature park</i>	90
Fig. 90: Diferentes conjugações dos módulos- <i>Modular System</i>	92
Fig. 91: Conjugação dos elementos modulares com pátios e varandas	93
Fig. 92: Pormenor Vigas Expostas Tecto, Casa Caniçadas #02.....	94
Fig. 93: Pormenor Fachada Ventilada com Revestimento em Madeira	95
Fig. 94: Revestimento Exterior em Madeira Pinho Nórdico	96
Fig. 95: Vista Interior-Exterior Caixilho em Madeira com Vidro Duplo.....	97
Fig. 96: Tipologias de casas <i>ModularSystem</i>	98
Fig. 97: Fotografia Transporte de uma <i>Mobile Home Modular System</i>	99
Fig. 98: Fotografias interior <i>Mobile Home, Modular System</i>	99
Fig. 99: Fotografia da linha de produtos Nomad, Modular System	100
Fig. 100: Fotografias do Interior e Exterior da Casa” Hobo” <i>Show Room</i> Porto	100
Fig. 101: Inserção da <i>EcoHouse</i> no parque natural	102
Fig. 102: Fachadas em Ardósia e Madeira	102
Fig. 103: Esquema de possíveis agregações de módulos <i>Treehouse</i>	104
Fig. 104: Esquema da união dos módulos para obter um T0.....	105
Fig. 105: Planta <i>Treehouse T0</i>	105
Fig. 106: Possibilidade de Agregação Vertical de Módulos- <i>Treehouse</i>	106
Fig. 107: Conceito evolutivo das treehouse da JULAR	107
Fig. 108: Ciclo de carbono nos produtos de madeira	108
Fig. 109 e 109 (i): Fachada Ventilada em <i>ThermoWood, Treehouse Spot</i>	109
Fig. 110: ThermoWood sem manutenção.....	110
Fig. 111: ThermoWood com manutenção com óleo a cinco anos.....	110
Fig. 112: ThermoWood com escovagem a cinco anos.....	110
Fig. 113: ThermoWood com tratamento em autoclave.....	110
Fig. 114 e 114 (i): Casa Modelo <i>Treehouse</i>	111
Fig. 115: <i>Treehouse Spot</i> Arrábida 2017	112
Fig. 116: <i>Treehouse SW Lodge</i> Casa Modular Sintra 2016	112
Fig. 117: <i>Treehouse</i> Riga Azambuja T1+1, 2010	112
Fig. 118: <i>Treehouse</i> Douro T2 ,2011	112
Fig. 119: Perspectiva Exterior <i>Treehouse</i> , JULAR Azambuja	113
Fig. 120: Planta <i>Treehouse</i> s/escala, JULAR Azambuja	113
Fig. 121: Vista Interior - Exterior <i>Treehouse</i> , JULAR Azambuja.....	113
Fig. 122: Perspectiva Exterior <i>Treehouse</i> Riga 2012, JULAR Azambuja	114
Fig. 123: Planta <i>Treehouse</i> Riga T1+1 s/escala, JULAR	114
Fig. 124: Vista Interior-Exterior <i>Treehouse</i> Riga, JULAR Azambuja	114
Fig. 125: Perspectiva Interior Quarto/Sala, <i>Treehouse</i> Riga T1+1.....	114
Fig. 126 e 126 (i): Perspectivas Exteriores <i>Treehouse Spot</i> Outão, JULAR.....	115
Fig. 127: Perspectiva Interior <i>Treehouse Spot</i> Outão, JULAR	115
Fig. 128: Planta <i>Treehouse Spot</i> Outão s/escala , JULAR.....	115
Fig. 129: Vista Interior- Exterior <i>Treehouse Spot</i> Outão, JULAR	115

Fig. 130: Perspectiva Exterior <i>SW Lodge</i> Zambujeira do Mar, JULAR	116
Fig. 131: 3D <i>SW Lodge</i> , JULAR	116
Fig. 132: Perspectiva Interior <i>SW Lodge</i> , JULAR	116
Fig. 133: Vista Interior-Exterior <i>SW Lodge</i> , JULAR	116
Fig. 134: Deck <i>Treehouse</i> Riga Guincho, JULAR.....	118
Fig. 135 e 135 (i): Escada de Acesso à Casa <i>Treehouse</i> Riga, JULAR	118
Fig. 136 e 136 (i): Inserção de difícil acesso, Guincho, <i>Treehouse</i> Riga	118
Fig. 137 e 137 (i): Interior da MIMA House com painéis amovíveis, MIMA.....	121
Fig. 138: Colocação de um painel amovível interior, <i>MIMA House</i>	121
Fig. 139: Dimensão módulo base 1,60 m x 1,60 m - MIMA	122
Fig. 140: 1 m de unidade de passagem + 0,60 m de armários	122
Fig. 141: Esquema figurativo da junção dos módulos, MIMA	122
Fig. 142: Fachada da <i>MIMA House</i> - vãos exteriores.....	123
Fig. 143: Fachada <i>MIMA House</i> - Painéis exteriores.....	123
Fig. 144: Estrutura da Casa MIMA com fundações em estacaria em madeira	124
Fig. 145: Tipologias MIMA	125
Fig. 146: Quatro etapas de processo e consequentes fases de pagamento	126
Fig. 147: Modelos MIMA	127
Fig. 148: Esquema de sistemas de aquecimento e arrefecimento dos espaços internos	128
Fig. 149: Exemplos de acabamentos <i>MIMA House</i>	129
Fig. 150: Planta de tipologia <i>MIMA House</i> 4.0 T4 com 211 m ²	130
Fig. 151: Planta de tipologia <i>MIMA House</i> 3.0 T4 com 167 m ²	130
Fig. 152: Calhas internas para deslocação dos painéis interiores.	131
Fig. 153: Fachada <i>MIMA House</i> original branca com caixilhos em madeira.....	131
Fig. 152: <i>MIMA Essential</i> , espaço interior.	132
Fig. 155: <i>MIMA Essential</i> fundações- estacaria em madeira.....	132
Fig. 156: Exemplos de acabamentos <i>MIMA Essential</i>	133
Fig. 157: <i>MIMA Light</i> : revestimento exterior base em espelhos	134
Fig. 158: Fotografias do interior da <i>MIMA Light</i> , de oito módulos.	134
Fig. 159: Materialidades da <i>MIMA Light</i>	135
Fig. 160: Tipologias <i>MIMA Light</i>	136
Fig. 161: <i>MIMA Mass</i> fachadas	137
Fig. 162: Exemplo de algumas tipologias da <i>MIMA Mass</i>	137
Fig. 163: Localização <i>MIMA Light</i> , Viana do Castelo.....	139
Fig. 164: Vista Exterior-Interior	139
Fig. 165 e 165(i): Fachada e Planta de Casa pré-desenhada EcoGrid1 (67.5 m ²) - vencedora do prémio HIA 2016, <i>Victorian GreenSmart Energy Efficient Award</i>	145
Fig. 166: Planta da <i>French Island</i> , Austrália- EcoLiv	146
Fig. 167: <i>French Island</i> - EcoLiv, Fotografia de Jaime Diaz-Berrio	147
Fig. 168 e 168 (i): Fotografias revestimentos externos da Casa <i>French Island</i> , Austrália- EcoLiv	147
Fig. 169: Agregações possíveis de módulos e possíveis acabamentos	148
Fig. 170 e 170 (i): Revestimentos Exteriores Refúgio Inteligente NOEM.....	149

Fig. 171 e 171 (i): Estratégias de Arrefecimento Passivo- Refúgio Inteligente	149
Fig. 172: Planta Refúgio Inteligente NOEM 96 m ²	150
Fig. 173: Fase de Montagem- Refúgio Inteligente NOEM.....	150
Fig. 174: Fase de Projecto- Alçado Refúgio Inteligente NOEM.....	150
Fig. 175: Modelo Final- Refúgio Inteligente NOEM.....	150
Fig. 176: Pormenor Pátio Refúgio Inteligente NOEM	150
Fig. 177 e 177 (i): Preocupação com as vistas do utilizador sobre a paisagem	151
Fig. 178: Vista pátio exterior Casa Fransshoek 2009 Ecomo.	152
Fig. 179: Materialidade Exterior: Madeira Cedro	152
Fig. 180: Planta da Casa <i>Fransshoek</i> , 2009 Ecomo	153
Fig. 181: Vista Interior/Exterior Casa <i>Fransshoek</i> , Ecomo.....	153
Fig. 182 e 182 (i): Integração da Casa <i>Fransshoek</i> na paisagem envolvente.....	153

ÍNDICE DE TABELAS:

Tabela 1: Ponderações das Categorias do Sistema BREEAM	46
Tabela 2: Níveis de Classificação do Sistema BREEAM.....	46
Tabela 3: Áreas de avaliação e pontuação do Sistema LEED	47
Tabela 4: Níveis de Certificação do Sistema LEED	48
Tabela 5: Ponderações do Sistema LiderA.....	49
Tabela 6: Comparação entre os três casos de estudo nacionais.....	140
Tabela 7: Comparação de sustentabilidade dos casos de estudo	142

ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS:

GEE- Gases de efeito de estufa

ENDS- Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável

CO₂- Dióxido de carbono

WWF- *World Wide Fund for Nature*

ONU- Organização das Nações Unidas

UNESCO- Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

ACV-Análise do Ciclo de Vida

BREEAM-*Building Research Establishment Assessment Method*

BREE- *Building Research Establishment*

LEED- *Leadership in Energy and Environment Design*

LiderA – Sistema voluntário para Avaliação da Construção Sustentável

LSF- *Light Steel Framing*

INE- Instituto Nacional de Estatística

RCD – Resíduos de construção e demolição

REA – Relatório do Estado do Ambiente

REN – Redes Energéticas Nacionais

LED-*Light Emitting Diode*

COP 21- Conferência das partes 21

COP 22- Conferência das partes 22

ETICS- *External Thermal Insulation Composite System*

OBS- *Oriented Strand Board*

XPS-*X-ray photoelectron spectroscopy*

CEM- Casas em Movimento

VOC- *Volatile Organic Compou*

HPL- *High Pressure Laminates*

CLT- *Cross-Laminated Timber*

“Buildings are part of a complex interaction between people, the buildings themselves, the climate and the environment.”- SUE ROAF, Eco-Houses

1.INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO AO TEMA

Em pleno século XXI, o planeta encontra-se à beira da escassez de recursos naturais, onde é cada vez mais importante criar/construir (com a ajuda da tecnologia) espaços sustentáveis e ecológicos que contribuam para um melhor funcionamento do mesmo. Confrontamo-nos com um problema mundial relacionado com o aquecimento global e o degelo dos polos provocados pelo aumento da temperatura média do ar (Fig.2), pelo aumento de CO₂ e outros gases poluentes presentes na atmosfera. Sendo o ser Humano e o seu consumo insustentável dos recursos terrestres a causa destas alterações climáticas, é urgente chegar a uma resolução, de forma a ser possível travar o seu agravamento e a garantir a sustentabilidade do planeta para as gerações futuras. Visto que as estatísticas de 2017 sobre o crescimento populacional são de tal forma alarmantes, apontando para que em 2050 a população mundial tenha aumentado de 7,6 biliões de habitantes para 9,8 biliões (Fig.1), é de extrema urgência garantir que os recursos terrestres não se esgotem.

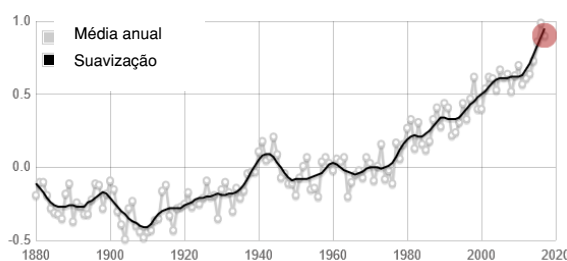


Fig. 1: Aumento da temperatura 1880-2018.
(Adaptado de <https://climate.nasa.gov>)

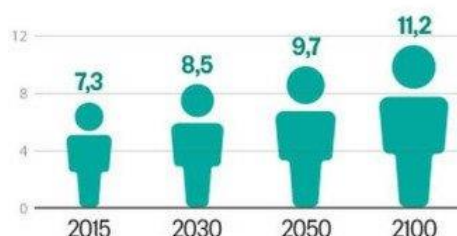


Fig. 2: Previsão para o crescimento populacional (bilhões de pessoas).
(Fonte: ONU)

Para isso, é necessário conhecer as soluções actuais do sector da construção que possibilitem a redução da pegada ecológica deste sector e que fazem uma gestão mais equilibrada e sustentável dos recursos.

Relativamente ao título da dissertação (que muito facilmente poderia ter sido apenas “Arquitectura Sustentável”), este foi um ponto de grande estudo e reflexão, pois no desenvolvimento da investigação sobre a temática, concluiu-se que a

palavra sustentabilidade era utilizada sem autenticidade. Actualmente, o termo “sustentabilidade” está desvirtuado do seu verdadeiro significado, ou seja, a palavra sustentabilidade é utilizada sem o seu significado intrínseco. A sustentabilidade passou de característica fundamental a um mero objecto de compra, fortemente conectada como uma estratégia de marketing que, muitas vezes, sem adquirir as características ou certificação necessárias para a aquisição desse mesmo rótulo. A Eco Arquitectura procura, não só a sustentabilidade nas suas três componentes, mas ainda dar importância à ecologia e aos ecossistemas envolventes ao edificado. Ao intitular a dissertação de “Eco Arquitectura”, procura-se estudar casos que respondam aos critérios necessários para a obtenção do rótulo de eco/sustentável. Por forma a restringir a investigação, o foco incide na construção modular em madeira e na forma como a mesma pode guiar para um futuro mais sustentável.

Um dos grandes problemas relativos à temática das casas pré-fabricadas remete para a população, para a forma de habitar o espaço e para a mentalidade relativa à construção em sistemas pré-fabricados. Nesse sentido, colocam-se as seguintes questões:

Estará a população sensibilizada para a importância da mudança na forma de construir? Será que a população está apta para manter a construção sustentável? Serão os recursos e os materiais suficientes para este tipo de construção?

É necessário ver a evolução tecnológica como um meio para o desenvolvimento da construção modular eco/sustentável e entender quais os seus potenciais como sistema de habitação. O fenómeno da construção pré-fabricada sustentável permite, não só uma mudança na forma de habitar e viver o espaço, como também uma forma de reduzir os custos e o tempo de construção, bem como o impacto desta a nível ambiental.

1.2 MOTIVAÇÃO

A fonte de motivação para investigação sobre as casas modulares eco/sustentáveis em Portugal, reside no sentimento de responsabilidade e na necessidade de mudança urgente de atitude, perante uma arquitectura que necessita de reduzir o seu impacte no planeta. A temática da dissertação permite compreender as possibilidades e os rumos que a arquitectura pode seguir, por forma a otimizar os recursos naturais e preservar os ecossistemas, sem que para isso tenha de retirar as condições de conforto e bem-estar do utilizador do espaço.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia usada na dissertação apresenta-se dividida em várias fases:

I_ Pesquisa Bibliográfica:

Recolha, selecção de informações relevantes que sustentam a investigação. Fase documental, correspondente à investigação e organização de informação, onde são recolhidos diversos elementos (bibliográficos, imagens, citações relevantes) fundamentais à criação de uma base sólida de trabalho.

II_ Análise da Informação Bibliográfica:

Tratamento, sintetização e organização de toda a informação recolhida para o desenvolvimento das conclusões.

III _Abordagem aos conceitos base:

Escolha e definição dos conceitos principais (arquitectura ecológica, sustentável e do sistema modular/pré-fabricado).

IV_ Desenvolvimento da componente teórica sobre a Construção Modular Sustentável:

Análise, compilação e sintetização da informação relativa ao tema fulcral.

V_ Preparação e levantamento *in loco*:

Abordagem às empresas, levantamento fotográfico, vídeo, formulação dos documentos necessários a serem levantados, consulta de panfletos e artigos, páginas electrónicas oficiais das empresas e visita aos locais dos casos de estudo.

VI_ Selecção e análise dos Casos de Estudo:

Pesquisa dos sistemas nacionais existentes. Selecção e recolha de informação sobre os três casos de estudo escolhidos e respectiva análise individual:

- Casos de Estudo Nacionais: Reflexão sobre as escolhas de projecto;
- Escolha, recolha, selecção e análise dos exemplos Internacionais; a estudar;
- Análise comparativa entre os exemplos nacionais e os exemplos internacionais.

VII_ Desenvolvimento da parte prática: formulação do “Manual Ilustrado: Estratégias para a Construção Modular Sustentável em madeira em Portugal”:

Sintetização da informação relativa à construção modular sustentável, definição de estratégias a adoptar e criação de peças gráficas.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se estruturada em nove capítulos, organizando-se do geral para o particular, com o objectivo de culminar na formulação de um possível manual ilustrado que forneça um resumo das estratégias e práticas na construção modular sustentável passíveis de aplicar posteriormente em Portugal.

Capítulo I - Apresenta uma introdução, onde é feito um enquadramento ao tema e onde se definem os objectivos da dissertação, a sua estrutura e metodologia.

Capítulo II - Apresenta o estado actual do sector da construção em Portugal, analisando o uso dos recursos, as fontes de energia, a gestão dos resíduos e ainda uma comparação com o resto da Europa.

Capítulo III- Apresenta a definição e evolução do conceito de desenvolvimento sustentável ao longo do século XX.

Capítulo IV- Apresenta o conceito de construção sustentável, uma análise das suas características, princípios fundamentais e soluções/estratégias possíveis de aplicar ao edificado. São ainda descritos brevemente três sistemas de avaliação e certificação de edifícios sustentáveis.

Capítulo V – Apresenta o conceito de construção modular e uma breve análise histórica sobre este tipo de construção. Apresenta ainda as suas características, fundamentos, os tipos de materiais passíveis de aplicar ao sistema e as vantagens e desvantagens desta forma de construção.

Capítulo VI – Apresenta o conceito de construção modular sustentável, com o fim de descrever este sistema de construção, a sua estrutura e flexibilidade e entender o seu contributo para um planeta sustentável. Neste capítulo são referidos ainda os tipos de materialidade possíveis de aplicar na estrutura deste tipo de construção, fazendo foco na construção modular sustentável em madeira.

Capítulo VII - Análise dos casos de estudo escolhidos a nível nacional e internacional, de forma a entender quais os parâmetros de sustentabilidade que cada sistema oferece.

Capítulo VIII - Este capítulo corresponde ao objectivo fulcral da dissertação, culminando na apresentação do “Manual ilustrado: estratégias para a construção modular sustentável em madeira em Portugal”, baseado nas análises feitas anteriormente aos sistemas existentes em Portugal, às suas características e estratégias adoptadas.

Capítulo IX - Apresenta as conclusões, onde são expostas as considerações finais acerca da dissertação desenvolvida, apresentando ainda

algumas possíveis investigações futuras que possam vir a complementar a dissertação apresentada.

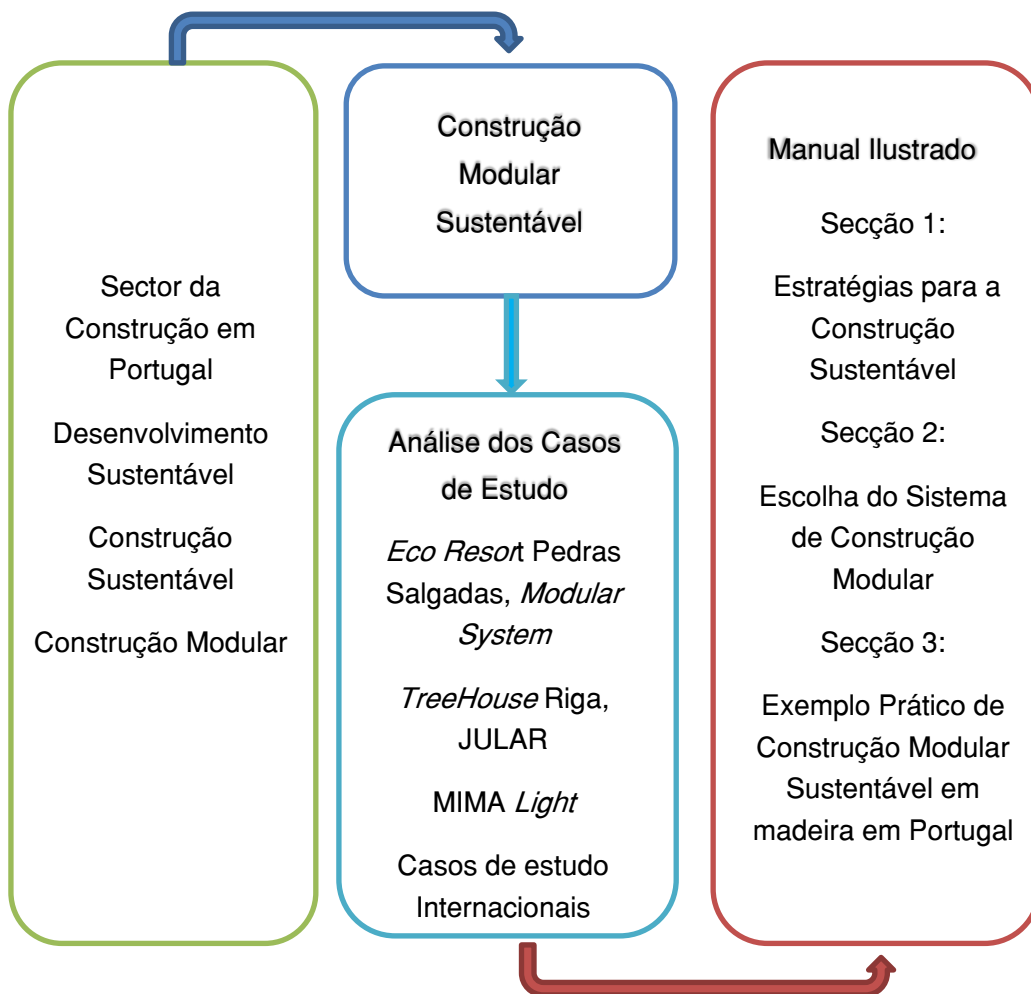


Fig. 3: Estrutura da Dissertação.
(Elaborado pelo autor)

1.5 OBJECTIVOS

O objectivo geral desta investigação é avaliar o contributo da construção modular sustentável para o sector da construção, para a sociedade e para o planeta. Será necessário compreender como um determinado lugar e as suas características intrínsecas fornecem alternativas sustentáveis para a construção ecológica. A questão de trabalho será entender como funciona o sistema modular e como é que este permite a construção de um espaço mais sustentável e ecológico, sem retirar o conforto e as condições básicas ao utilizador do espaço. Serão expostas, através da análise de alguns casos de estudo, as possíveis soluções e como estas variam consoante o espaço, a habitabilidade, o uso e inclusivamente o Homem.

Será necessário perceber a relação entre o edificado e o local (princípio básico da construção ecológica); como se constrói um edifício pré-fabricado; como o local da sua implantação poderá influenciar/melhorar essa construção e como é que, desta relação intrínseca entre a construção e o local, surge a solução mais sustentável e ecológica.

É pretendido com o desenvolvimento da dissertação, demonstrar a relação entre a arquitectura sustentável e a construção modular e a forma como ambas se fundem, originando uma construção modular ecológica/sustentável. Este é um assunto de grande relevância visto que, a cada dia que passa, caminhamos para um futuro mais tecnológico e de maior densidade populacional, onde será necessário reunir todas as hipóteses possíveis para se investir em soluções mais ecológicas que permitam reduzir o impacte que a construção tem no planeta, colmatando numa construção que una o local com o espaço construído.

Pretende-se assim, sintetizar a informação relativa aos sistemas modulares sustentáveis, criando um manual com estratégias para este tipo de construção em Portugal, divulgando este tipo de construção para possibilitar o aumento da sua utilização no sector da construção.

Três Objectivos Principais:

1- Compreender os Princípios da Construção Modular Sustentável:

Entender as potencialidades da construção sustentável e como esta pode solucionar os problemas relativos à sustentabilidade no sector da construção; entender a capacidade desta solução reduzir o impacto ambiental, reduzindo consequentemente a pegada ecológica e aumentando a sustentabilidade a nível ambiental, económico e social.

2- Estudar a aplicação da construção modular sustentável em Portugal: análise de três casos de estudo nacionais, de forma a entender como são aplicados os princípios da construção modular sustentável em Portugal, comparando os mesmos com soluções internacionais.

3- Formular um manual ilustrado de estratégias para construção modular sustentável em madeira passíveis de aplicação em Portugal:

Compreender as possibilidades desta tipologia de construção, formulando um pequeno manual prático que sirva de base a quem quiser conhecer a melhor solução a aplicar neste tipo de construção, tendo como base os princípios da arquitectura sustentável.

2. SECTOR DA CONSTRUÇÃO EM PORTUGAL

A construção e os sistemas construtivos influenciam directamente os impactos ambientais criados pelos edifícios. Torna-se por isso necessário entender as características do edificado português e de que forma será possível reduzir esses mesmos impactes. Este capítulo apresenta uma série de estatísticas sobre a situação actual do parque edificado português e o sector da construção. Serão apresentadas estatísticas que permitirão entender como o sector da construção influencia a economia portuguesa e o impacto negativo que tem sobre ambiente.

2.1 SITUAÇÃO ACTUAL DO PARQUE EDIFICADO

Segundo o INE em “Estatísticas da Construção e Habitação em Portugal 2017”, estima-se que o parque edificado português seja composto por um total de 3 598 691 edifícios e 5 944 466 alojamentos. Como se pode observar no gráfico seguinte, o crescimento tanto do número de edifícios como de alojamentos, deu-se particularmente entre 1981 e 2011. Já entre 2011 e 2017, esse crescimento foi desacelerando e entre 2016 e 2017 a taxa de crescimento foi de apenas 0,19% e 0,16%, edifícios e alojamentos respectivamente. [a]

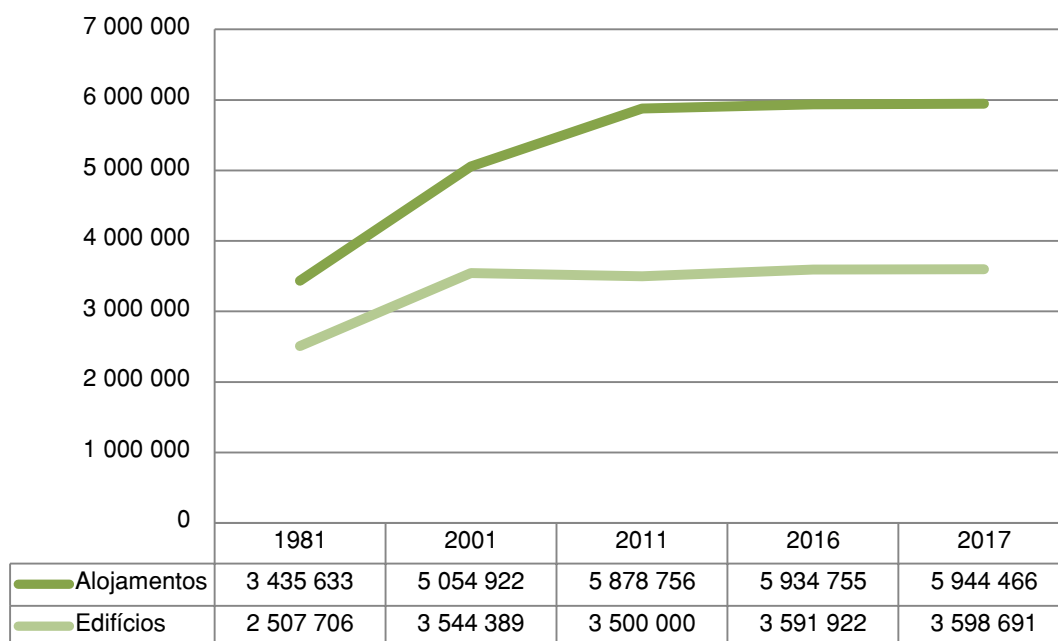


Fig. 4: Proporção número de edifícios VS alojamentos ao longo dos anos.
(Adaptado de Estatísticas da Construção e Habitação 2017)

Ao analisar os resultados das estatísticas, observa-se que a zona de Portugal com maior número de edifícios e de alojamentos corresponde à região Norte do país (Fig.5), com 34,2% dos edifícios e 31,6% dos alojamentos. Também se constata que, na zona metropolitana de Lisboa, o número de alojamentos é superior ao número de edifícios, o que demonstra que esta é uma zona de construção predominante em altura, ao contrário da zona centro do país. Na zona centro, o número de edifícios é superior ao número de alojamentos, predominando a habitação unifamiliar como se pode observar no gráfico seguinte:

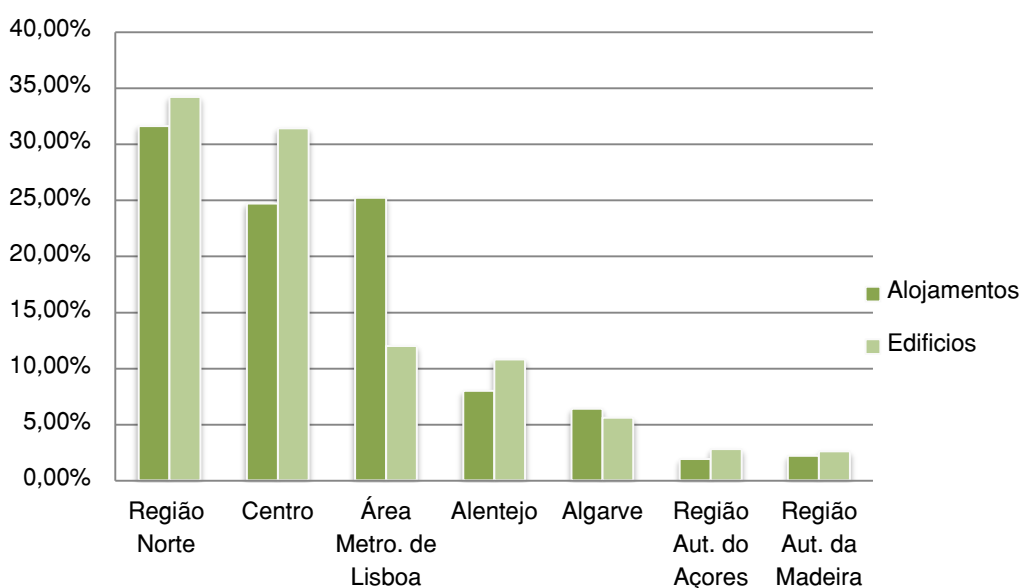


Fig. 5: Proporção de edifícios VS alojamentos nas regiões do país.
(Adaptado de Estatísticas da Construção e Habitação 2017)

Pode-se observar na figura 6 que, as obras em edifícios concluídos em 2017, são predominantes em relação aos outros tipos de obras (70,4%). Todavia, houve uma diminuição de 3,6% relativamente a 2011, aumentando o número de ampliações e reconstruções. Apesar de a nova construção continuar a ser predominante no país, o peso da reabilitação relativamente a esta tem vindo a aumentar, mostrando a importância que este tem para o sector económico no país.

[a]

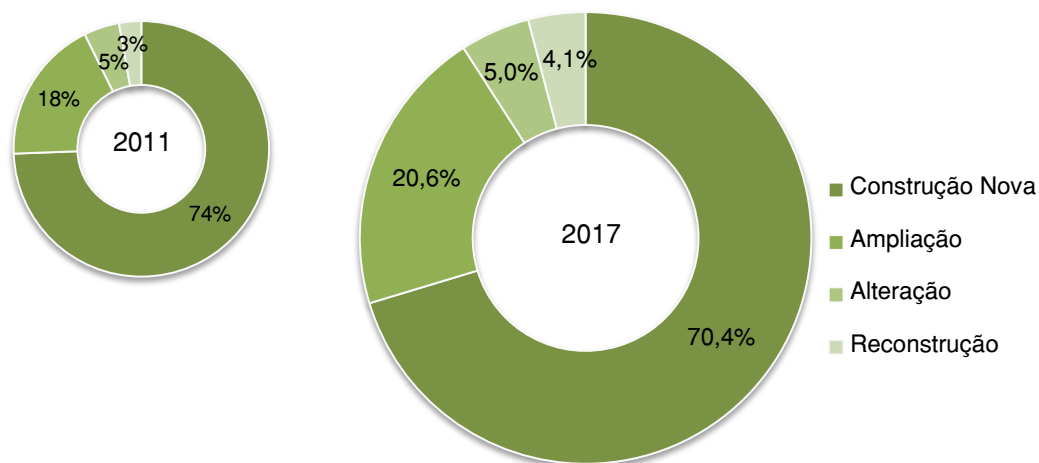


Fig. 6: Proporção de edifícios concluídos em Portugal por tipo de obra 2011/2017.
(Adaptado de Estatísticas da Construção e Habitação 2017)

Em 2017, como se pode constatar pelos gráficos abaixo (Fig.7 e 8), mais de metade da construção de novos edifícios correspondeu a edifícios residenciais (67,7%). Dentro dos edifícios habitacionais concluídos, a maioria das obras terminadas correspondeu a novas construções (71,0%). [a]

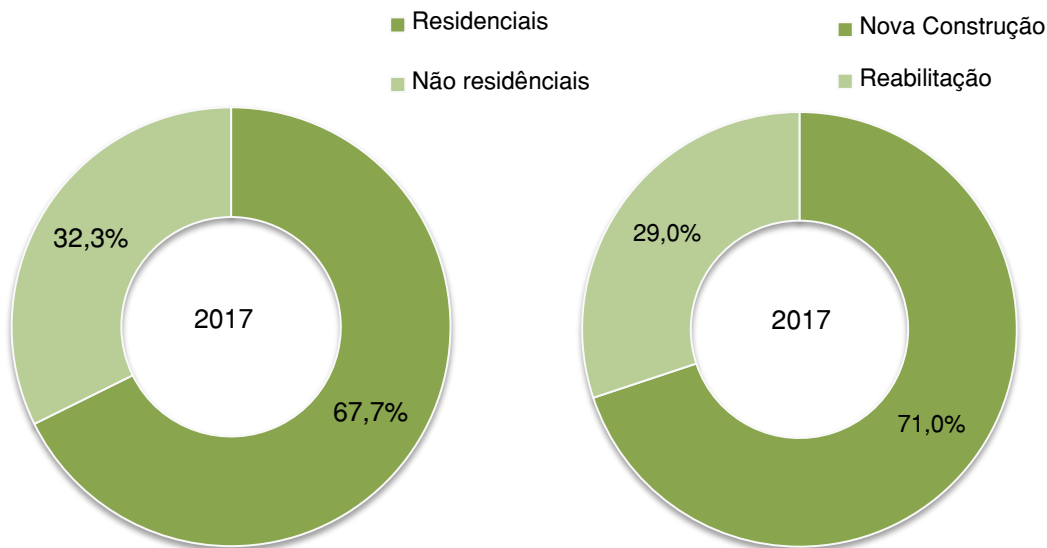


Fig. 7: Edifícios concluídos em 2017.
(Adaptado de Estatísticas da Construção e Habitação 2017)

Fig. 8: Reabilitação VS Nova Construção Residencial em Portugal 2017.
(Adaptado de Estatísticas da Construção e Habitação 2017)

Relativamente à tipologia dos fogos em Portugal, a predominante é a T3, tanto no seu conjunto, bem como no número de obras concluídas em 2017 (Fig.9 e

10). Esta tipologia é predominante nas zonas Norte, Centro, Alentejo e Açores; nas restantes predomina a tipologia T2. [a]

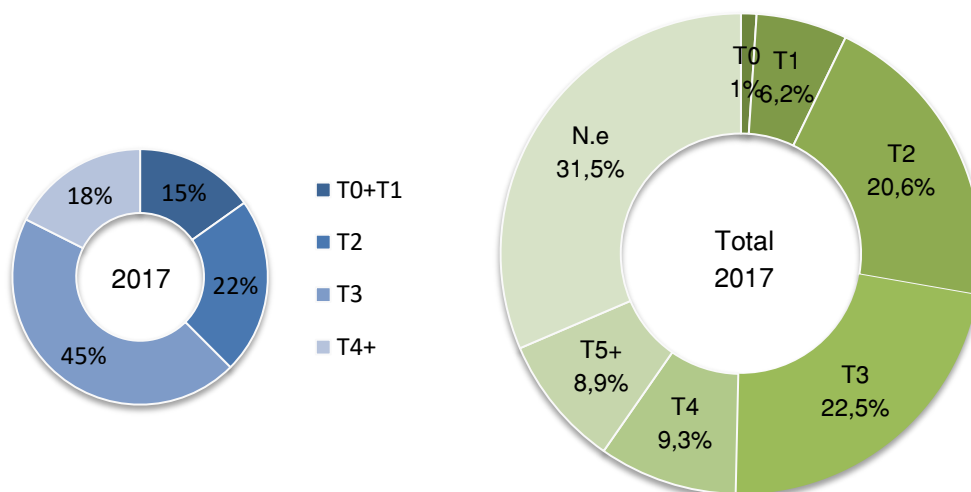


Fig. 9: Alojamentos segundo a tipologia por obra concluída em 2017.
(Adaptado de Estatísticas da Construção e Habitação 2017)

Fig. 10: Alojamentos segundo a tipologia Portugal 2017.
(Adaptado de Estatísticas da Construção e Habitação 2017)

N.e: não se encontravam ocupados até ao último recenseamento.

O parque habitacional português, ainda que bastante recente (dado que a maioria dos edifícios habitacionais foi construída após 1970), apresenta bastantes edifícios que carecem de intervenção na sua conservação. Apesar de, entre 2001 e 2011, o número de edifícios a necessitar de obras de intervenção ter diminuído consideravelmente, em 2011, 71,1% dos edifícios não apresentava qualquer necessidade de reparação. Contudo, 30% dos edifícios do parque edificado português estão a necessitar de obras de reparação, como se pode observar no gráfico abaixo (Fig.11). [b]

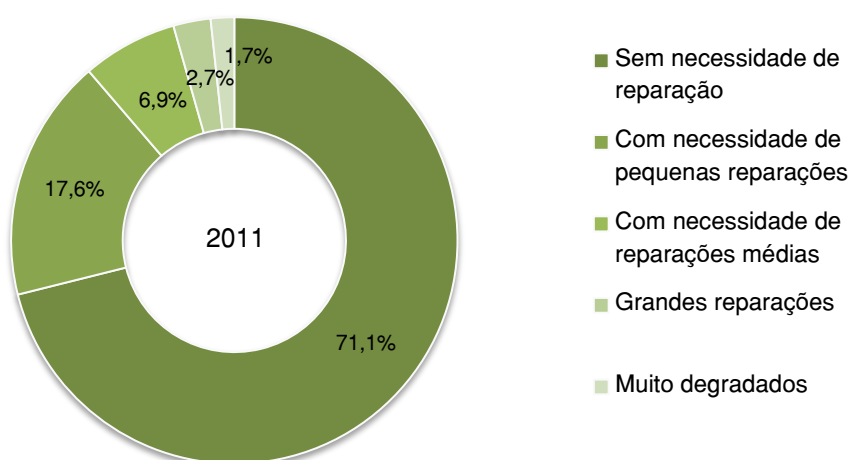


Fig. 11: Número de edifícios clássicos, segundo o estado de conservação 2011.
(Adaptado de Censos - Resultados definitivos Portugal – 2011)

2.2 MATERIALIDADES DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Quando analisadas as estatísticas referentes à materialidade das construções em Portugal, pode observar-se na figura 12 que, em 2011, a maioria das construções existentes apresentava uma estrutura em betão armado (48%) ou em paredes de alvenaria, sendo que apenas 1% das construções apresentavam outro tipo de estrutura. Esta estatística já se mantém desde 2001, quando o número de construções em betão armado aumentou 77,8%. [b]

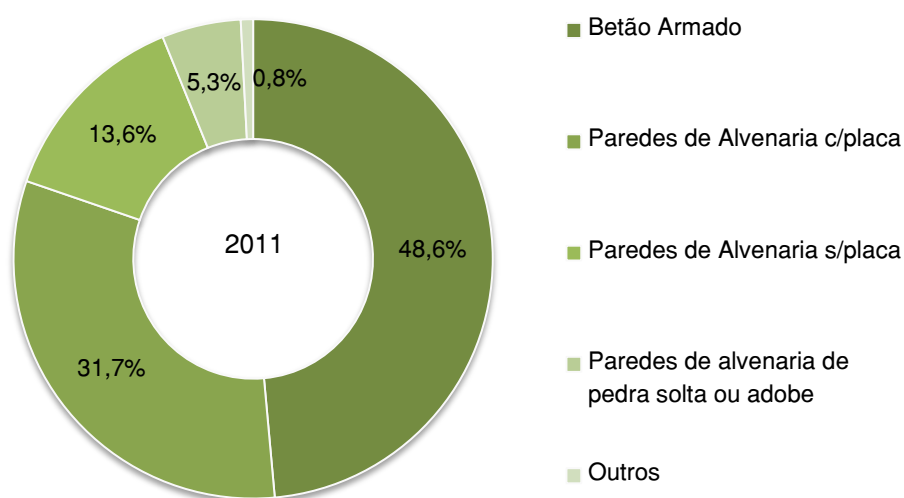


Fig. 12: Materialidade da Estrutura das construções em Portugal 2011.
(Adaptado de Censos - Resultados definitivos Portugal – 2011)

No que diz respeito à materialidade exterior, verifica-se que as construções em Portugal são maioritariamente revestidas com reboco tradicional ou marmorite (Fig.13). Entre 2001 e 2011 houve um aumento de 52,3% dos edifícios revestidos a reboco tradicional, em todas as regiões do país. Apesar disso, foi na zona Norte do país que este revestimento apresentou menor relevância tendo sido substituído por revestimento em pedra. [b]

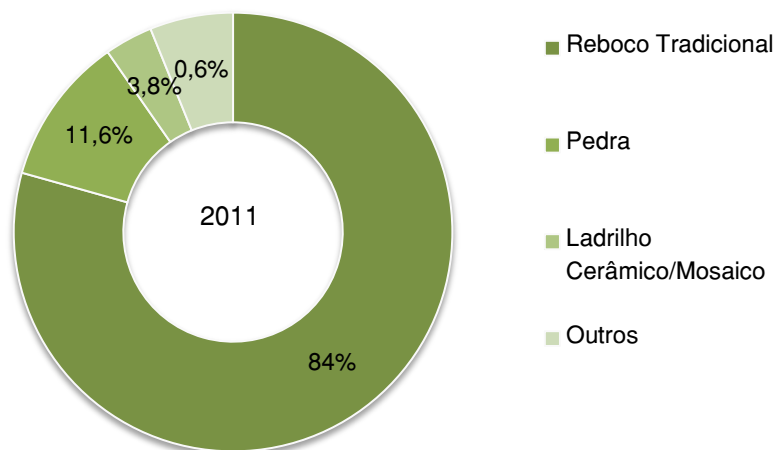


Fig. 13: Materialidade do revestimento exterior das construções em Portugal 2011.
(Adaptado de Censos - Resultados definitivos Portugal – 2011)

2.3 CONSUMO DOS RECURSOS ENERGÉTICOS

Quando analisadas as estatísticas sobre o consumo de Energia na Europa (Fig.14), observa-se que o sector dos edifícios consome uma grande fatia dos consumos energéticos finais, representando 39% desses mesmos consumos (serviços e sector doméstico). [c]

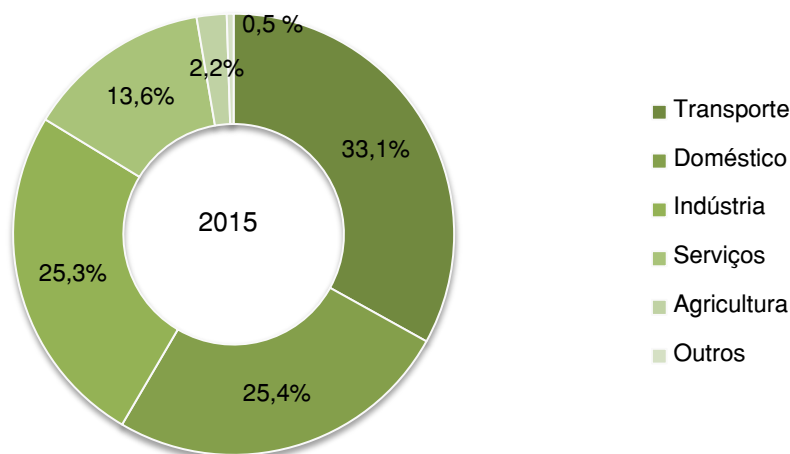


Fig. 14: Consumo de Energia Final (%) por sector económico EU28 2015.
(Adaptado de EuroStat)

Apesar de, em Portugal, o sector da construção de edifícios apresentar um valor mais baixo comparativamente ao europeu, este continua a representar cerca de 29,8% dos consumos energéticos (Fig.15). Este elevado valor do consumo de energia nos edifícios encontra-se relacionado com as características dos próprios edifícios e com o aumento do tempo despendido pela população nos mesmos; o

que, implica um aumento da energia despendida para garantir o conforto no seu interior. Porém, em Portugal a maior fatia de consumo de energia (2016) está associada aos transportes. [h]

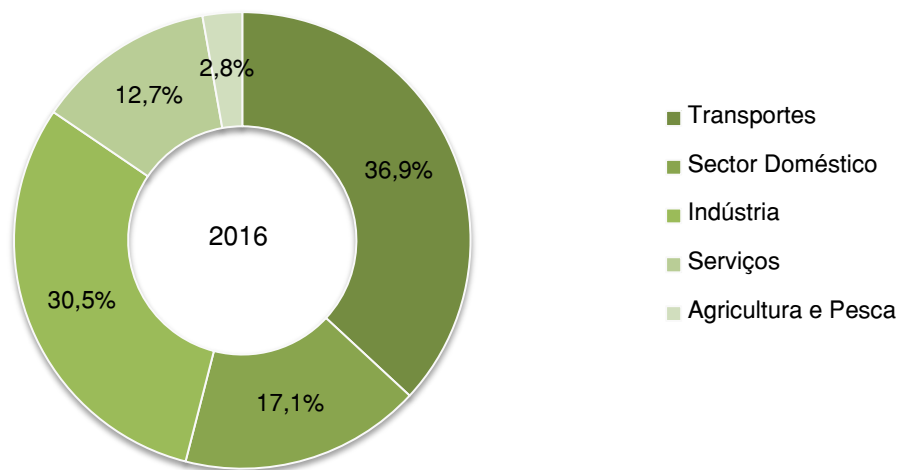


Fig. 15: Consumo de Energia Final (%) por sector em Portugal 2016.
(Adaptado de Política Energética -Planos Nacionais para o Sector Energético)

Quanto à produção de energia em Portugal, denota-se que, em 2017, esta foi maioritariamente proveniente de fontes de energia não renovável em comparação com o ano anterior, 2016 (Fig.16). Não obstante, no mês de Março de 2018, a percentagem de produção de energia renovável já se encontrar superior à de não renovável. [e]

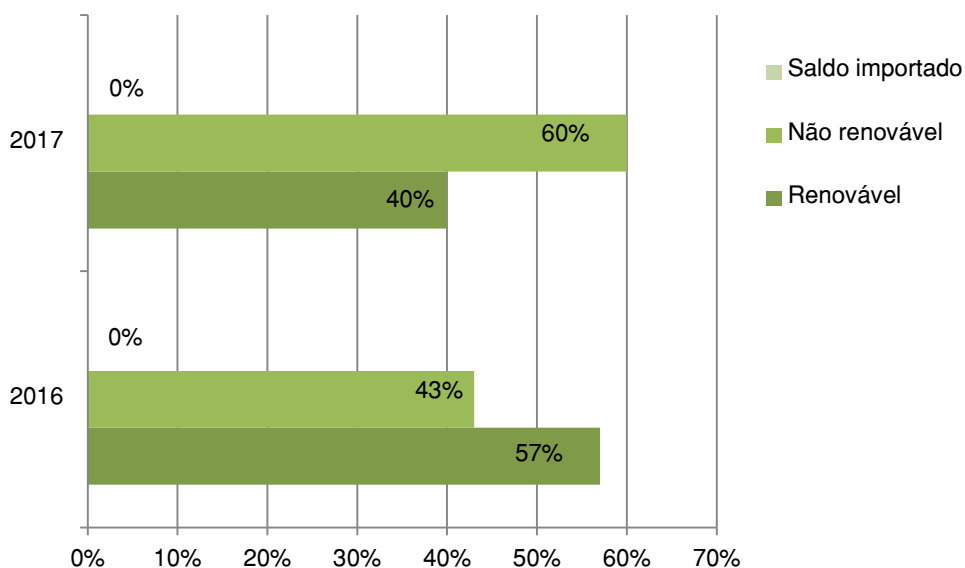


Fig. 16: Repartição da Produção de Energia em Portugal 2017.
(Adaptado de REN Dados Técnicos Electricidade Gás Natural 2017)

No que diz respeito às fontes de produção de energia renovável, a maior fonte de produção actual, em Portugal é a hídrica (42,1% em Março 2018), seguida da eólica (35,1%), como se constata na figura 18. Em último lugar, surge a energia solar fotovoltaica, responsável apenas por 1 a 2% da produção de toda a energia. No entanto, em 2017, a maior fonte de produção de energia renovável em Portugal foi a eólica (23%), como se observa na figura 17. [j]

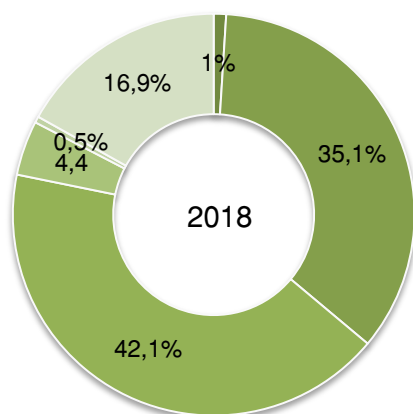


Fig. 17: Repartição da Produção de Energia em Portugal
Março 2018.
(Adaptado de REN)

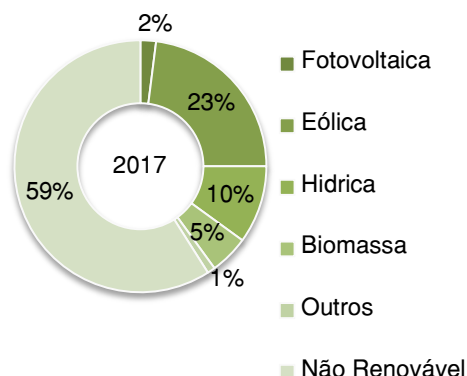


Fig. 18: Fontes de Produção de
Energia Em Portugal.

A utilização de fontes não renováveis no consumo de energia eléctrica tem impactes ambientais em termos das emissões de CO₂ para a atmosfera. Sendo o sector dos edifícios responsável por “30% das emissões de CO₂ para a atmosfera”¹, torna-se necessário diminuir essa pegada ecológica. Na figura 19, é possível observar, em 2015, os países da Europa e a sua respectiva emissão de GEE para a atmosfera e na figura 20 à respectiva emissão de GEE em Portugal. [b e l]

¹ Disponível online em: <http://www.csustentavel.com/construcao/> 28/04/2018

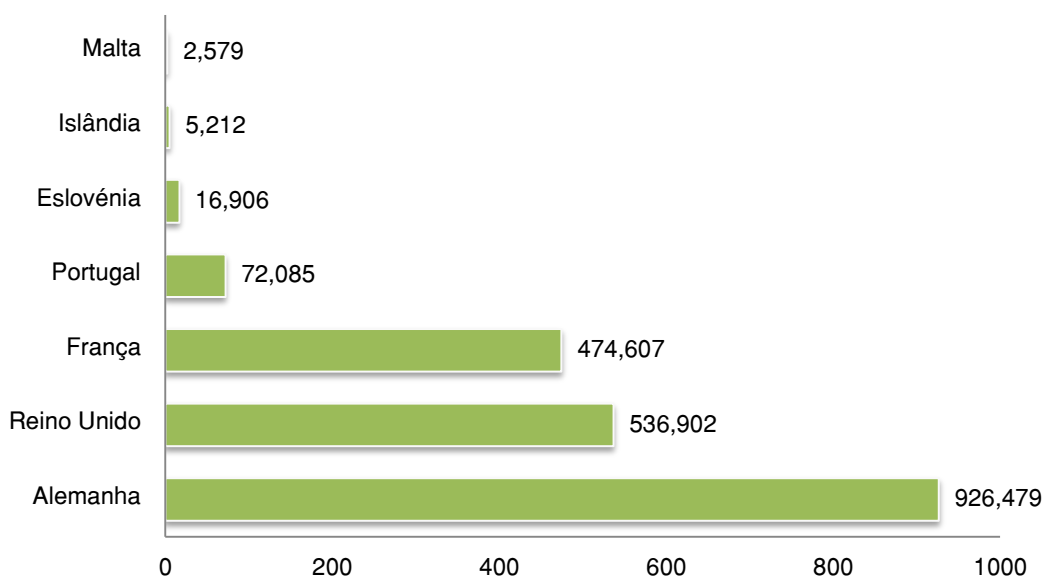


Fig. 19: Emissões de GEE (tCo² eq-milhares) Europa 2015 todos os sectores UE28.
(Adaptado de Censos - Resultados definitivos. Portugal – 2011)

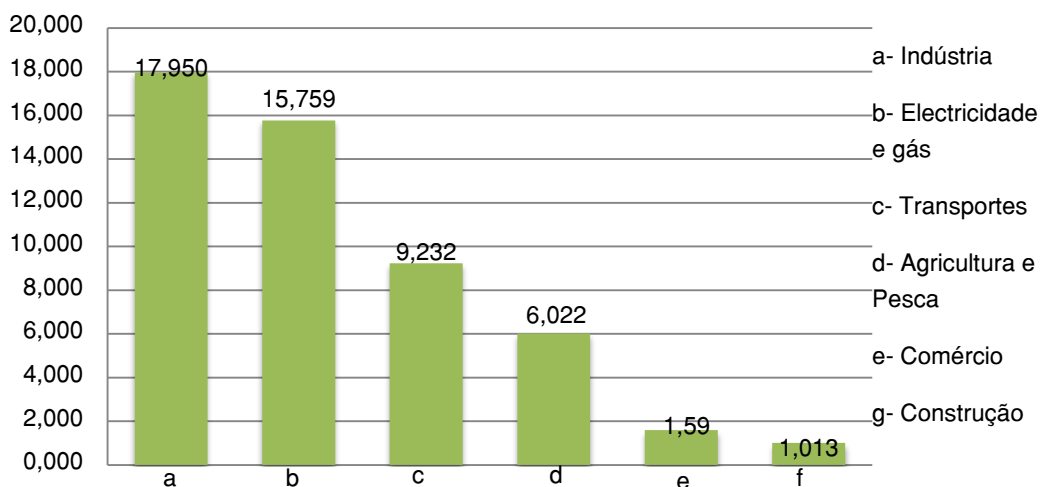


Fig. 20: Emissões de GEE (tCo² eq) por sector económico Portugal 2015.
(Adaptado de Portadata)

Da análise ao consumo de electricidade no sector doméstico em Portugal, (Fig.21) observa-se que a maior parte da percentagem do consumo da energia é utilizada pelos equipamentos existentes na cozinha e no aquecimento das águas e ambientes interiores. Este consumo de energia está associado às novas necessidades de conforto exigidas pelo ser humano.

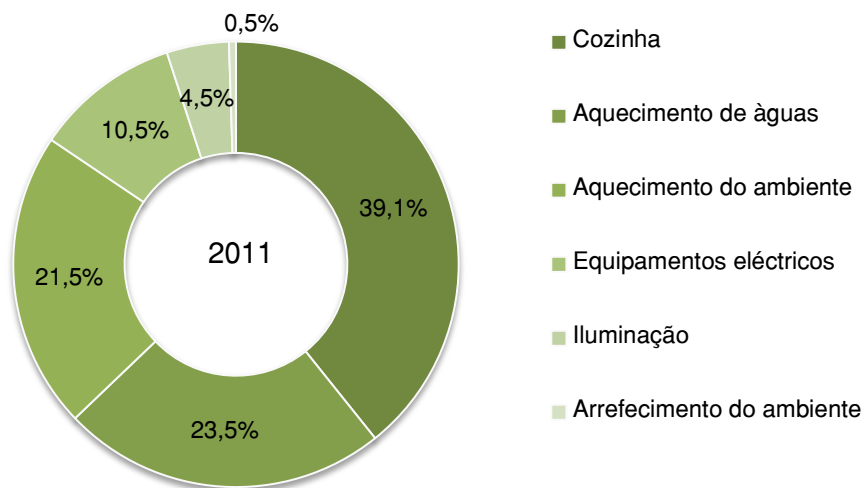


Fig. 21: Distribuição do consumo de energia final (%) no sector doméstico em Portugal.
(Adaptado de Inquérito ao consumo de energia no sector doméstico 2011.)

2.4 OUTROS IMPACTES AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO

2.4.1 RESÍDUOS

Quanto aos resíduos sectoriais gerados pelos diversos sectores em Portugal, constata-se que a indústria transformadora é o sector que gera mais resíduos. No entanto, o sector da construção portuguesa, em 2016, era responsável por 19,1% dos resíduos não perigosos e 3,1 % de perigosos, produzindo 1,8 milhões de toneladas de resíduos, número este que tem vindo a aumentar ao longo dos anos (Fig.22). [d]

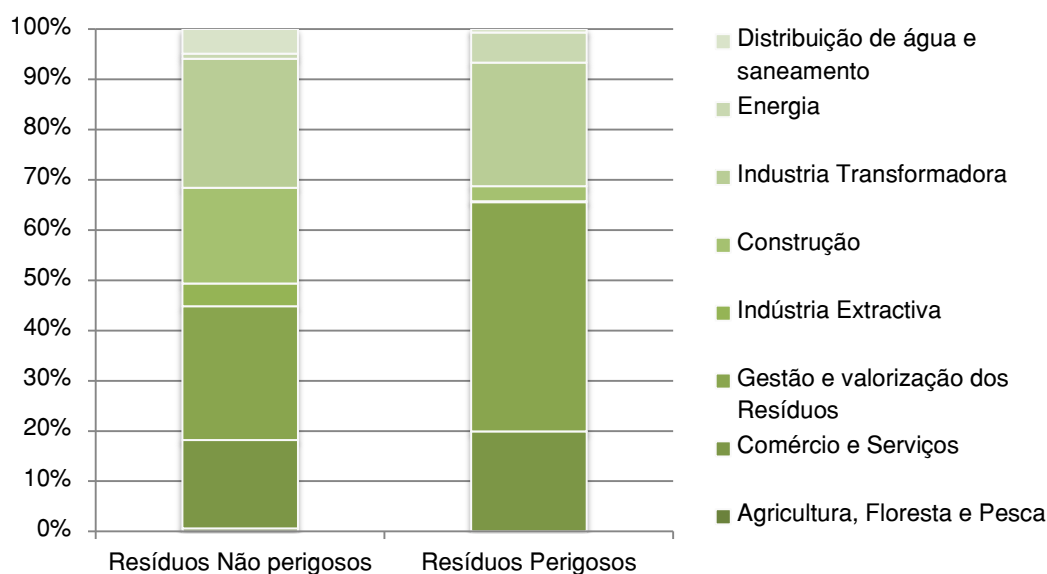


Fig. 22: Gestão dos Resíduos Sectoriais por sectores económicos.
(Adaptado de Estatísticas do Ambiente 2016)

Relativamente aos resíduos urbanos gerados em Portugal em 2016 foram recolhidos cerca de 4,9 milhões de toneladas. Aproximadamente, foram recolhidos indiferenciadamente 85,6% dos resíduos e selectivamente 14,4%. Apesar dos valores ainda serem muito baixos, quando comparados com os valores de 1990, denota-se um aumento de 13,3% relativamente à recolha selectiva.

2.4.2 GESTÃO DA ÁGUA

No que diz respeito ao consumo de água e à pegada hídrica portuguesa, é necessário ter em atenção que Portugal encontra-se classificado como um dos países, segundo a WWF, com uma das maiores Pegadas Hídricas, encontrando-se em 6º lugar no ranking mundial. Segundo as estatísticas, cada português gasta em média 187 litros de água por dia [m].

Torna-se necessário avaliar a gestão da água nos vários sectores e designar estratégias que ajudem a reduzir o consumo excessivo de água nos mesmos, de forma a ser possível em 2020 atingir-se a meta estabelecida pelo PNA (Fig.23). Apesar de ser o sector agrícola o que mais consome água em Portugal, o sector doméstico é responsável por um consumo médio de 124 litros/dia. O tema a gestão eficiente da água nas construções será abordado no capítulo IV.

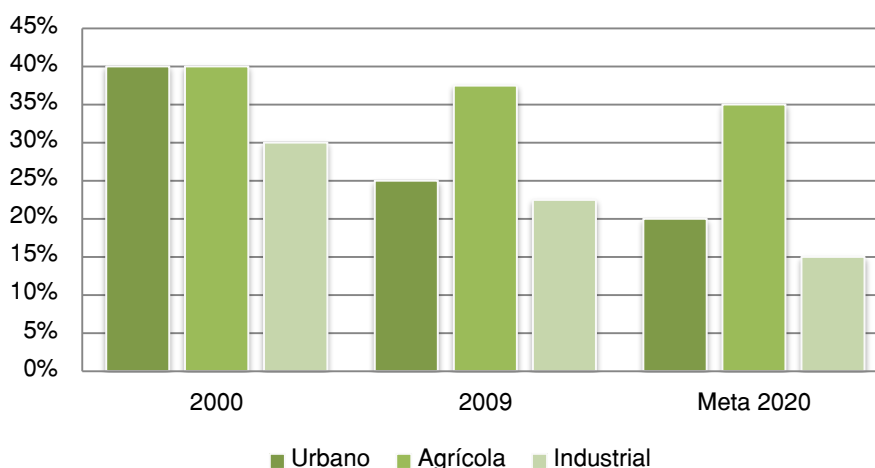


Fig. 23: INEFICIÊNCIA (DESPERDÍCIO) nacional no uso da água por sector.
(Adaptado de Programa nacional para o uso eficiente da água.)

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma a diminuir a pegada ecológica que o edificado português apresenta, é necessário entender as formas e as vivências do português dentro das habitações. Para isso, as construções têm de ser adaptadas ao clima onde se inserem, de forma a serem eficientes e a garantir o conforto de quem as habita. A fim de que este conforto não se traduza numa menor eficiência energética é necessário que os edifícios integrem princípios e estratégias para reduzir os consumos energéticos e melhorar os impactes ambientais. Assim é necessário que os projectistas destas novas construções e mesmo das outras obras de reabilitação ou ampliação tenham em atenção que o edifício não só irá influenciar directamente quem vive no seu interior, como também toda a sua envolvente.

Apesar de o parque edificado português ser maioritariamente em construção tradicional em betão armado (2011), há que ter em vista que as novas tipologias de construção estão a emergir e a ganhar relevância nos dias que correm. É importante que os arquitectos e projectistas portugueses tenham em conta os novos avanços tecnológicos e as formas de construir que permitem reduzir o impacto do sector da construção no ambiente, recorrendo a materiais eco-eficientes e a soluções passivas de construção.

Em conclusão, afirmando que é urgente uma mudança na forma de construir e habitar o espaço, de forma a garantir que o consumo dos recursos passe de insustentável a sustentável. A sustentabilidade não passa só por quem projecta, mas também pelo utilizador do espaço, que deve fazer uma gestão mais sustentável dos recursos que consome diariamente.

3. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Com o final da segunda guerra mundial, assistiu-se a um aumento exponencial do crescimento populacional e um consequente aumento da concentração da população nas cidades. Nesse momento, o planeta encontrou-se perante uma situação social, ambiental e económica com a qual, até à data, não se tinha confrontado. O aumento populacional veio acompanhado, evidentemente, de um aumento do consumo de recursos; o que, por consequência, levou (juntamente com um aumento da produção) a um aumento das emissões de carbono e libertação de outros gases com impacte no efeito de estufa (Fig.24).

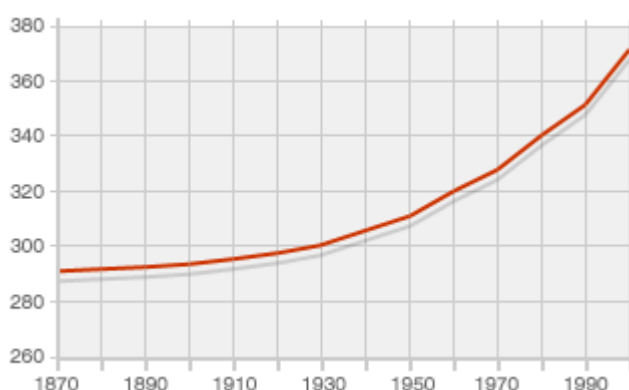


Fig. 24: Concentração Global de CO2 na atmosfera (ppm).
(Fonte: UNEP)

Apesar deste panorama, a preocupação com os problemas ambientais resultantes deste crescimento exponencial e da industrialização, apesar de já existente começou a ganhar maior relevância, quando se começaram a realizar conferências e estudos sobre o tema, no início dos anos 60. Para compreendermos este percurso, carecem de enunciação, as várias conferências e relatórios que se consideram fulcrais para o entendimento da temática:

Relatório Limites do Crescimento, (Clube de Roma, Roma, 1972)

Foi no Clube de Roma, fundado em 1968, que a temática “desenvolvimento sustentável”, foi abordada pela primeira vez. Este clube reunia várias pessoas ilustres, com a função de debater diversas questões políticas, económicas e ambientais. Em 1972, publica o seu primeiro relatório intitulado de “Limites do Crescimento”, também conhecido por “Relatório do Clube de Roma”, no qual se tratavam problemas pertinentes sobre o futuro das gerações, como a poluição, a

energia, ambiente entre outras temáticas. Foi o primeiro estudo onde se questionou a pegada ecológica originária do crescimento populacional [n].

Conferência das “Nações Unidas sobre o Meio ambiente Humano”, (ONU, Estocolmo, 1972)

Este ano foi considerado um marco importante na temática do desenvolvimento sustentável, porque foi quando a temática dos problemas ambientais começou a ser discutida. Nesta conferência, discutiram-se, pela primeira vez, os 26 princípios para “preservar e melhorar o meio ambiente humano” (A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano:1)

Relatório de Brundtland “Our Common Future” (“World Commission on Environment and Development”, Noruega, 1987)

Neste relatório, é definido pela primeira vez, o conceito de desenvolvimento sustentável - “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (Relatório “Go Brundtland” 1987). Neste relatório, foram definidas igualmente medidas de acção para atingir o desenvolvimento sustentável, nomeadamente:

- Preservação da biodiversidade e ecossistemas;
- Diminuição do consumo de energia;
- Garantia dos recursos básicos a longo prazo;
- Aumento da produção industrial nos países não industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas;
- Limitação do crescimento populacional;
- Desenvolvimento de tecnologias para os usos de fontes energéticas renováveis;
- Controle da urbanização desordenada e integração entre campo e cidades menores. [o]

Conferência “Eco 92” (ONU, Rio de Janeiro, 1992)

Com base no relatório de Brundtland, tomou lugar a conferência “Eco 92”, onde se abordaram temáticas variadas, abrangendo temas desde os GEE, à

desertificação e à conservação de ecossistemas. Deste acontecimento, foi elaborado um documento apelidado de “Agenda 21”, onde 179 países se comprometeram a atingir o desenvolvimento sustentável, trabalhando para um mundo mais equilibrado e ecológico.

Este documento consistia numa série de estratégias e de objectivos a serem adaptados e cumpridos pelos diversos países (dependendo das situações e características de cada um) com o objectivo de atingir o desenvolvimento sustentável.

Assembleia Geral das Nações Unida “Rio+5” (ONU, Nova Iorque, 1997)

Nesta assembleia foram procuradas as causas do cumprimento ineficiente da “Agenda 21”. Foram igualmente feitas revisões e realizados ajustes à mesma, procurando melhorar o programa para que este pudesse ser implementado da melhor forma.

Protocolo de Quioto (ONU, Japão, 1997)

Este protocolo entrou em vigor apenas em 2005, após a aprovação da Rússia. O protocolo consiste num acordo internacional entre vários países (maioritariamente desenvolvidos) com a criação de metas (diferenciadas consoante o país e a sua industrialização) com o objectivo de redução dos gases responsáveis pelo efeito de estufa e, consequentemente do aquecimento global, entre 2008 e 2012. Este acordo foi estendido até 2020, após uma reunião em Doha, no Qatar em 2012.

Declaração do Milénio das Nações Unidas (ONU, 2000, Nova Iorque)

Nesta declaração são estipulados oito “Objectivos de Desenvolvimento do Milénio” com o foco na erradicação da pobreza. Estes objectivos funcionam como uma série de compromissos e estratégias para cumprir os seguintes objectivos:

- Erradicação da Pobreza Extrema e da Fome;
- Alcance do Ensino Primário e Universal;
- Promoção da igualdade de género e do empoderamento das mulheres;
- Redução da mortalidade infantil;

- Melhoramento da Saúde materna;
- Combate à Sida, malária e outras doenças;
- Garantir a Sustentabilidade Ambiental;
- Criação de uma parceria mundial para o desenvolvimento. [p]

Em 2002, no seguimento da “Agenda 21”, Portugal cria uma estratégia nacional (ENDS), de forma a cumprir os objectivos estabelecidos em 1992. Para isso, foi realizado um diagnóstico onde foram identificadas as problemáticas a nível nacional que impediam o alcance do Desenvolvimento Sustentável. Neste documento foram reunidos uma série de objectivos, estratégias e linhas de acção a serem cumpridos nas três dimensões da Sustentabilidade (económica, social e ambiental) e o plano de implementação da estratégia nacional para o Desenvolvimento Sustentável.

“Rio +10” (ONU, 2002, Joanesburgo)

A Cimeira Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável procurou analisar e criticar o acordo assumido na Cimeira do Rio, - “ Agenda 21” (procurando as causas da falta de resultados do mesmo e implementando novas medidas para o seu reforço).

Em 2010, surge um objectivo europeu, apelidado de estratégia 2020, que pretende ter a duração de dez anos (2010-2020), com o foco principal no combate à pobreza e na promoção da inclusão social. Esta estratégia apresenta como prioridades o crescimento inteligente, sustentável e inclusivo. Apresenta ainda cinco grandes objectivos a serem cumpridos até à sua finalização (2020):

- Garantir uma taxa de emprego de 75% (na faixa etária dos 20- 64 anos de idade);
- Melhorar as Condições de Investigação e Desenvolvimento (investir 3% do PIB da União Europeia em I&D);
- Redução de 20% das emissões de gases de efeito de estufa relativamente aos dados de 1990; aumento de 20% da energia proveniente de fontes renováveis e aumento de 20% em eficiência energética (Fig.25);

- Melhorar os níveis de educação (redução da percentagem do abandono escolar para menos de 10% e aumento da percentagem de população na faixa etária dos 30/34 com ensino superior ou equivalente, para pelo menos 40%);
- Promover a inclusão social e reduzir a pobreza. [q]

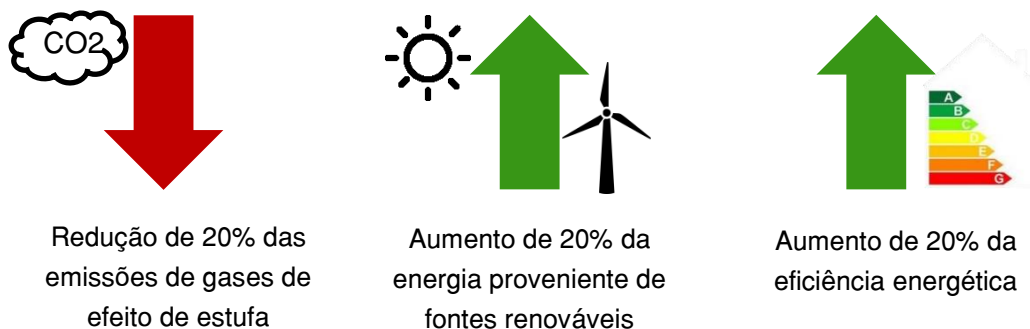


Fig. 25: Estratégia 20-20-20: Ambiente.
(Elaborado pelo autor)

Rio+20 “O Futuro que Queremos” (ONU, Rio de Janeiro, 2012)

A Conferência reafirmou e renovou os compromissos para com o desenvolvimento sustentável, definidos em conferências anteriores. Nesta conferência foi criada uma nova agenda para o desenvolvimento sustentável para os vinte nos seguintes. As temáticas abordadas alargaram-se às três grandes dimensões da sustentabilidade, focando-se na economia verde, na erradicação da pobreza e na necessidade da inclusão social.

Acordo de Paris (COP-21) (ONU, Paris, 12 de Dezembro 2015)

Este acordo foi aprovado na Conferência das Nações Unidas sobre o Clima, com o objectivo de limitar o aquecimento global. Para isso, foi criado um plano de acção com o propósito de limitar o aumento da temperatura, mantendo-a abaixo dos dois graus centígrados. Foram formuladas medidas para a redução da emissão de Carbono, tais como a poupança de energia, investimento em fontes de energia renováveis, reflorestação e outras técnicas de captação do carbono.

Este acordo entrou em vigor a 4 de Novembro de 2016, sendo que, em 2017, os Estados Unidos retiraram-se do acordo. [r]

“Transformar o nosso planeta: Agenda do Desenvolvimento Sustentável 2030”
(ONU, Nova Iorque, 1 de Janeiro de 2016)

Neste âmbito, a ONU aumentou os oito objectivos definidos na Declaração do Milénio, criando dezassete objectivos de cumprimento necessário (Ver em Anexos) com 169 metas, de forma a conseguir alcançar o objectivo principal, com a meta no ano de 2030: um planeta sustentável. [s]

1ª Conferência Mundial dos Oceanos- “OUR OCEAN” (ONU, Nova Iorque, 2017)

Nesta conferência, afirmou-se a necessidade dos estados membros tomarem medidas por forma a cumprir o objectivo 14 da Agenda 2030 do desenvolvimento sustentável (“conservar e utilizar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável”). Foi discutida a necessidade de combater a poluição dos mares e oceanos e as consequências devastadoras das alterações climáticas no aumento do nível das águas do mar e no aumento da temperatura do mesmo.

Foi fomentada a necessidade de conservação do oceano e o uso sustentável do mesmo, sendo necessária a incrementação de estratégias para reduzir o uso de plásticos e a quantidade destes materiais nos oceanos, gerir a pesca de forma sustentável e extinguir práticas de pesca ilegal e destrutiva. [t]

Conferência das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (COP-23) (ONU, Bona, Alemanha, 2017)

Em Novembro de 2017, é realizada outra conferência, com a finalidade de reforçar os objectivos estabelecidos no acordo de Paris, por forma a ser possível cumprir com as metas de redução das emissões de carbono estabelecidas no mesmo. Nesta, o tema fulcral foi sem dúvida as alterações climáticas e as metas a atingir até 2030, tendo ainda sido abordadas algumas temáticas controversas, como a divisão das responsabilidades dos países, o financiamento climático e a eliminação gradual da utilização do carvão. A intenção da conferência era

estabelecer o “Livro de regras” de Paris (conjunto de regras e estratégias para atingir o Acordo de Paris), iniciado na COP-22 em Marraquexe, para a sua posterior implementação. O prazo para a conclusão deste “livro” é a COP24 que será realizada na Polónia, em Dezembro de 2018.

Assembleia sobre o Ambiente das Nações Unidas em Nairobi, “ *BeatPollution*” (ONU, Nairobi, 2017)

O ano de 2017 terminou com a realização desta assembleia, com foco no combate à poluição. Foram apresentadas acções, estratégias e medidas para combater a poluição, tanto a nível da qualidade do ar, da água doce, dos oceanos e dos solos, bem como a poluição química e a gestão de resíduos. Os países comprometeram-se a fazer um esforço para gerir e prevenir a poluição, acautelando os seus efeitos negativos para saúde, ecossistemas, economia e sociedade. Foi ainda comunicada a necessidade de promover as tecnologias verdes como forma de combate à poluição, a importância dos 3R's (reciclar, reutilizar e reduzir) e a urgência de um consumo sustentável. [u]

O início do ano de 2018 foi marcado pelo lançamento de uma lista da ONU Meio Ambiente, sensibilizando-nos para as principais seis questões ambientais a enfrentar em 2018: a preservação dos recifes de coral (3/4 encontram-se sob ameaça); a poluição dos mares e oceanos por plástico; os compromissos de sustentabilidade no mundo do desporto; a relação entre o meio ambiente e migração; as cidades e as mudanças climáticas e as iniciativas para proteger os grandes felinos. [v]

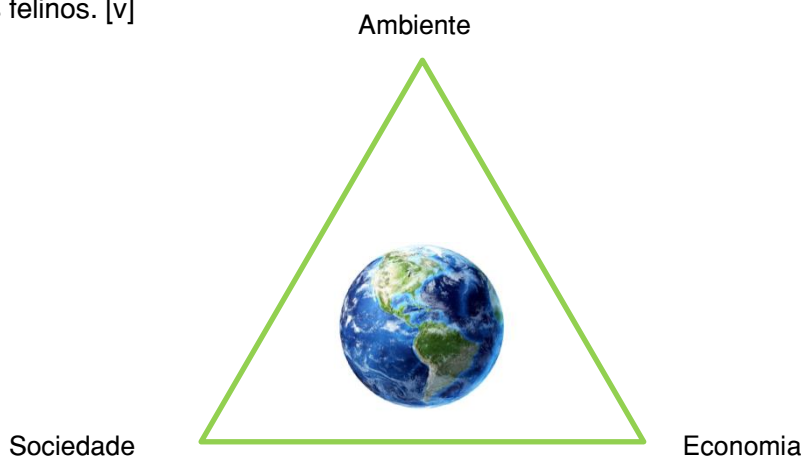


Fig. 26: Três Dimensões do Desenvolvimento Sustentável.
(Elaborado pelo autor)

Conclui-se assim que o desenvolvimento sustentável só é conseguido quando conjugadas e interligadas as suas três grandes dimensões: social, económica e ambiental (Fig.26).² Em suma, todas as conferências acima mencionadas têm influência no sector da construção, na medida em que originaram protocolos e medidas a seguir, com a pretensão de se atingir uma construção mais sustentável.

² Segundo Ignacy Sachs (economista e sociólogo), existem actualmente oito dimensões no desenvolvimento sustentável, alargando-se à psicológica, cultural, espacial, política nacional e política internacional. No entanto, na minha opinião, estas oito dimensões são subdivisões das três principais dimensões do desenvolvimento sustentável.

4. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Relativamente à sustentabilidade e mais precisamente ao seu impacto na arquitectura, sabemos que este é um dos temas mais debatido nos dias de hoje e também um dos mais polémicos, relativamente ao entendimento e à utilização da palavra em si. Muitas vezes, a utilização da palavra sustentabilidade está ligada apenas a uma estratégia de “*marketing*”, não albergando as três grandes dimensões que a própria sustentabilidade contém, como abordado no capítulo anterior. Cabe ao arquitecto entender o conceito de sustentabilidade e aplicá-lo da melhor forma ao projecto, através de estratégias bioclimáticas para, posteriormente, o edifício poder ser certificado como tal.

Para entender o que é a sustentabilidade associada ao conceito de construção e de arquitectura, é necessário entender, antes de mais, o significado da palavra isoladamente.

Regressando à origem da palavra, de forma a entender a sua raiz, sustentabilidade provém do latim “*sustentare*” que significa sustentar, apoiar, cuidar, conservar. Segundo o Dicionário da Priberam Online, sustentabilidade é” 1. Qualidade ou condição do que é sustentável. 2. Modelo de sistema que tem condições para se manter ou conservar. 3”

É importante, ao falar de sustentabilidade na arquitectura, ter em atenção que existem várias abordagens ao tema. Apesar destas terem nomenclaturas distintas e divergirem em alguns pontos, a sua base e princípios são iguais. Assim, podemos falar de: Arquitectura Ecológica, Arquitectura Sustentável, Eco Arquitectura, Bio Arquitectura, Arquitectura Verde, Arquitectura Bioclimática, entre outros, que o objectivo geral de todos estes tipos de arquitectura será sempre desenvolver uma construção que tenha o mínimo impacto a nível ambiental possível.

Embora a Sustentabilidade aplicada à arquitectura seja um tema muito polémico na sua vertente económica, devido às questões aplicadas, às tecnologias

³ Disponível *online* em: www.priberam.pt/DLPO/sustentabilidade [consultado em 10-12-2017].

e às questões orçamentais, esta é uma temática essencial, cada vez mais procurada por parte dos arquitectos jovens e investigadores. Estes procuram desenvolver uma arquitectura assente nos princípios bioclimáticos prendendo-se, não só com a parte energética, como também com a parte ambiental/ecológica e económica. Falar de sustentabilidade em arquitectura passa também pela componente social, projectando, conforme o tipo de utilizadores futuros do edifício, não só em termos de organização de espaço e habitabilidade do mesmo, como também, de materialidade e sua manutenção.

4.1 PORQUÊ UM MODELO SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO?

Conforme explicado no primeiro capítulo, o crescimento populacional resultou num aumento da procura de espaço habitacional, originando a expansão do sector industrial, que por consequência desencadeou crescimento no sector da construção, aumentando o consumo de recursos e aumentando exponencialmente as emissões de gases poluentes para a atmosfera. Sendo este sector extremamente poluente para o meio ambiente e representando 50% do consumo dos recursos naturais, torna-se urgente e imprescindível reduzir o impacte negativo que este tem para o planeta (Raes Pinto, 2015).

Outra razão para a necessidade de modelos sustentáveis é o incremento do tempo despendido pelo ser humano dentro de espaços construídos, pois cerca de “80-90% do tempo das pessoas” é gasto no interior dos edifícios (Direcção-Geral da Saúde - www.dgs.pt). Actualmente, com o aumento do sedentarismo e com o desenvolvimento das tecnologias, o ser humano reduziu drasticamente o seu nível de actividade física, passando mais tempo no interior dos edifícios. Uma das problemáticas das vivências prolongadas no interior dos edifícios é o desenvolvimento de doenças e alergias, relacionadas, muitas das vezes, com a deficiente ventilação, com a toxicidade dos materiais dos revestimentos interiores, com a falta de isolamento, com a humidade relativa do ar, entre outras. Esta mudança passa pela forma de projectar e construir, de forma a não retirar conforto e habitabilidade ao espaço. A consequência desta forma de habitar o espaço, implica conduzir ao aumento da energia gasta no interior dos edifícios e garantir a salubridade do ar interior, de forma a criar um ambiente estável e cómodo para

quem o utiliza. É para isso fundamental que os edifícios tenham as condições necessárias a nível de iluminação, ventilação e aquecimento/arrefecimento, para que seja possível habitar o espaço dispondo do conforto do mesmo. Para isso, o edificado deve reunir um conjunto de estratégias sustentáveis de soluções passivas e activas, para manter esse mesmo conforto interno e aumentar a eficiência do mesmo.

4.2 CONCEITO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

O termo “construção sustentável” surge pela primeira vez em 1994, em Tampa na Florida, na Primeira Conferência Mundial sobre a Construção Sustentável da CIB, onde o objectivo foi o de definir o conceito. Nesta conferência, o professor Charles J. Kibert⁴ apresentou o conceito de construção sustentável como “a criação e gestão responsável de um ambiente construído de forma saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos e a utilização eficiente dos recursos”. Foi a partir dos recursos naturais como a água, o solo, a energia e os materiais que C. Kibert (1994) estabeleceu os seis princípios base da construção sustentável:

- Diminuir o consumo de recursos;
- Maximizar a reutilização de recursos;
- Utilizar recursos renováveis e recicláveis;
- Proteger o ambiente natural;
- Criar um ambiente saudável e não-tóxico;
- Procurar a qualidade na criação do ambiente construído.

Posteriormente em 1999, na Agenda 21, adaptada pela CIB, são apresentados, os desafios e estratégias principais da construção sustentável (como se pode observar na figura 27, onde se demonstra como a construção contribui para o desenvolvimento sustentável).

⁴ Charles J. Kibert (24 de Novembro de 1947) é professor na Universidade da Flórida, dando aulas de construção sustentável. Doutorado em Engenharia Mecânica na “*University of South Florida*”, escreveu diversos livros e artigos sobre sustentabilidade. Actualmente, é presidente e co-fundador de uma organização sem fins lucrativos na procura pela construção sustentável, da *Cross Creek Initiative, Inc.*

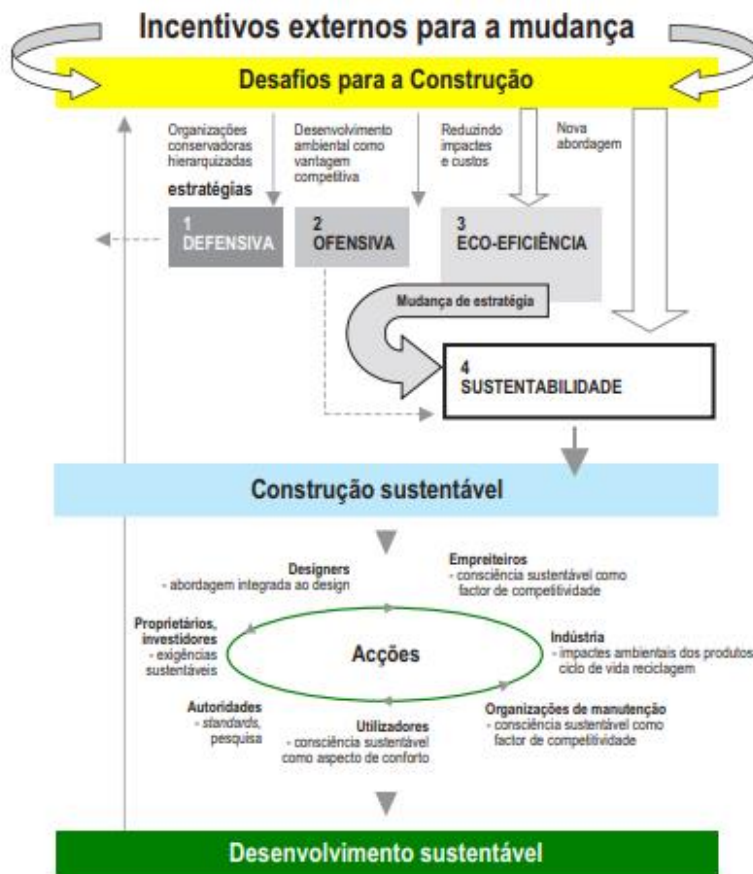


Fig. 27: Desafios e Ações – Agenda 21 para a Construção Sustentável.
(Fonte: Agenda 21 on Sustainable construction CIB report publication 1999))

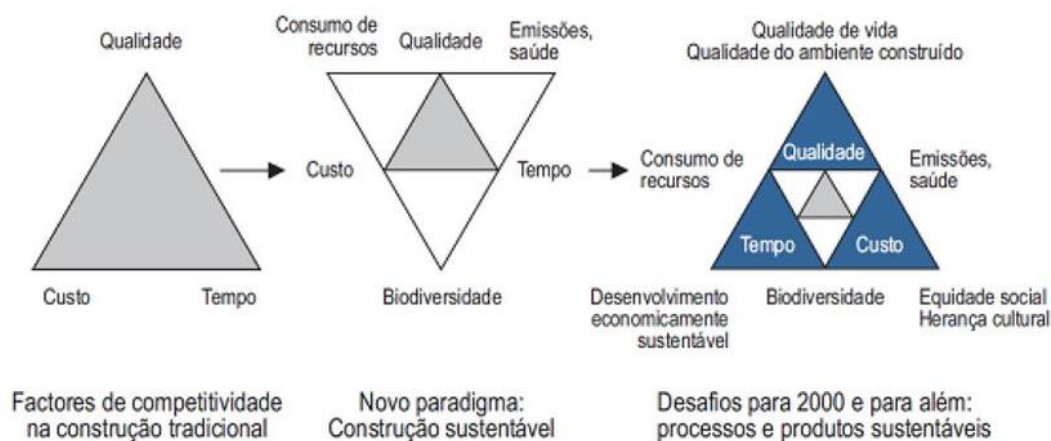


Fig. 28: Evolução das preocupações na construção.
(Fonte: Bourdeau, L. (1998). Sustainable development and the future construction)

Entende-se então a construção sustentável como uma nova forma de conceber um edifício (Fig.28). Esta aborda, para além das temáticas tradicionais

(custos e tempo associados ao projecto e construção), a importância extrema do factor ambiental, aliando assim as três componentes da sustentabilidade (social, ambiental e económica). A construção sustentável tem como objectivo minimizar os impactos ambientais do edificado, procurando a durabilidade, eficiência e a resposta às necessidades do seu utilizador.

4.3 PRINCÍPIOS BÁSICOS

Os princípios básicos da construção sustentável abrangem todas as fases da intervenção, desde a fase de projecto até à sua demolição. Apresenta-se abaixo, a lista de princípios a seguir:

- Localização Sustentável: Aproveitamento das características bioclimáticas do local de construção (topografia, vegetação, ventos, mapa solar, água, solo, vistas, infra-estruturas existentes e acessibilidades);
- Conceber o projecto de forma a garantir uma gestão eficiente dos recursos água e energia, em todas as etapas de construção;
- Utilizar fontes de energia renováveis para a gestão da energia utilizada, tais como, energia solar, energia eólica, energia da terra entre outras;
- Garantir o conforto no interior do edifício, através de soluções passivas e activas (iluminação, qualidade do ar, temperatura, acústica, água);
- Utilizar materiais eco-eficientes, não tóxicos, locais, recicláveis, reutilizáveis e com baixa energia incorporada na construção;
- Reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos da construção;
- Garantir a durabilidade do edificado;
- Formular o projecto, pensando em todo o seu ciclo de vida, desde a sua utilização, conservação/ manutenção à desconstrução/ demolição.

Para que estes princípios sejam conseguidos, é necessário que todos os intervenientes no âmbito do projecto e da construção cumpram a sua parte, tendo em atenção as guias deixadas pelo coordenador de projecto. É ainda necessário que o edifício e a sua envolvente sejam vistos como um todo e não como dois elementos separados, já que para garantir a maior eficiência da obra, esta tem de ter uma relação directa com o local de construção, como veremos mais à frente.

4.4 OBJECTIVOS

O principal objectivo da construção sustentável é a criação de uma relação harmoniosa entre o Homem, o Ambiente Construído e o Ambiente Natural, minimizando a utilização dos recursos naturais, maximizando a utilização de fontes renováveis e reduzindo exponencialmente ou quase totalmente a utilização de recursos de fontes não renováveis. A construção sustentável procura a eficiência nas diferentes etapas do projecto e da construção. Actualmente, um dos grandes objectivos é a redução das emissões de carbono em todas as fases do ciclo de vida dos edifícios, contribuindo assim para a meta da Agenda de 2030.

4.5 VANTAGENS DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A construção sustentável apresenta inúmeras vantagens e benefícios, a vários níveis da sustentabilidade. Começando pelo factor ambiental, a construção sustentável reduz significativamente o impacte ambiental e a pegada ecológica do edificado sobre o planeta. Isto é conseguido através da redução dos gastos energéticos, da economia dos recursos, da redução do desperdício de materiais e da preocupação com o ciclo de vida dos materiais. Apesar deste tipo de construção requerer um maior investimento inicial, comparativamente a uma construção tradicional, este irá acrescentar valor à construção e irá, a longo prazo, ser conseguido o seu retorno. Este retorno poderá ser alcançado no futuro, pois este tipo de obra, torna-se mais económico graças à utilização de soluções passivas e activas na sua projecção (poupança em aquecimento, arrefecimento, iluminação e água) e aos custos reduzidos na sua manutenção (devido as estratégias e materialidades escolhidas). Outras das grandes vantagens deste tipo de construção, relacionam-se com a componente social da sustentabilidade, a qualidade e o conforto do ambiente interior para o utilizador. Na construção sustentável, devido à utilização de materiais não tóxicos e à preocupação com a utilização de estratégias de iluminação, climatização e ventilação passivas, está garantida a qualidade do ar e do ambiente interior, reduzindo o aparecimento de doenças respiratórias e alérgicas.

4.6 COMO OBTER UMA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A construção sustentável é uma prática na construção que utiliza várias estratégias de desenho na projecção de um edifício, tendo em conta o clima e as condições naturais do local onde este se insere, de forma a ser sustentável (construção bioclimática). As estratégias para uma construção sustentável vão desde a escolha da localização, à escolha dos materiais de construção, à manutenção do espaço e à gestão dos resíduos da demolição.

4.6.1 LOCALIZAÇÃO

Na fase de elaboração do projecto, é importante a análise do local, pois a localização e assentamento de um projecto no terreno, quando se procura conceber uma casa sustentável, irá definir as estratégias passivas que posteriormente deverão ser utilizadas.

Ao implantar um edifício numa determinada localização, é necessário ter em conta vários factores como o clima, a geometria solar, ventos predominantes, vegetação existente, as vistas, as acessibilidades, infra-estruturas existentes, lençóis freáticos, tipo de solo e a topografia.

É a localização (que define posteriormente a forma, a compartimentação interior do edifício e a sua orientação no terreno) que permite obter o melhor aproveitamento das características bioclimáticas locais, influenciando o tamanho e localização dos vãos, a materialidade da “pele” exterior e as melhores estratégias de climatização e iluminação do espaço.

4.6.2 MATERIAIS ECO EFICIENTES

Na construção sustentável privilegia-se o uso de materiais que tenham um baixo impacto ambiental durante todo o seu ciclo de vida, desde o seu processo de extracção e fabrico, até à fase de demolição. Os materiais eco eficientes devem ser:

- Locais ou disponíveis nas proximidades;
- Materiais provenientes de outros edifícios desmantelados;
- Materiais de elevada durabilidade;
- Não tóxicos e com baixas emissões de GEE;

- Reutilizáveis e/ou recicláveis;
- Provenientes de fontes renováveis;
- Com baixa necessidade de manutenção;
- Com baixa energia incorporada.

4.6.3 SOLUÇÕES PASSIVAS DE AQUECIMENTO

As soluções passivas de aquecimento consistem em estratégias de captação de calor que atribuem ao edifício, a capacidade de proporcionar conforto interno sem recorrer a meios mecânicos. Estas estratégias dependem da localização do edificado, das características inerentes a esse mesmo local, da morfologia do terreno e da intensidade dos raios solares. A orientação e forma do edifício no terreno são determinantes na sua eficiência e no aproveitamento dos ganhos térmicos.

O objectivo destes sistemas é absorver o máximo de calor possível no Inverno, através dos vãos envidraçados e da massa térmica dos materiais, para que não sejam necessárias soluções activas para a obtenção do conforto térmico no interior do espaço.

Estes ganhos térmicos de calor podem ser obtidos de três formas: ganhos directos, ganhos indirectos e ganhos isolados.

Ganhos Directos:

O aquecimento passivo neste sistema é conseguido através dos vãos envidraçados do edificado, ou seja, da incidência directa dos raios solares no espaço, pavimentos e paredes (Fig.29).

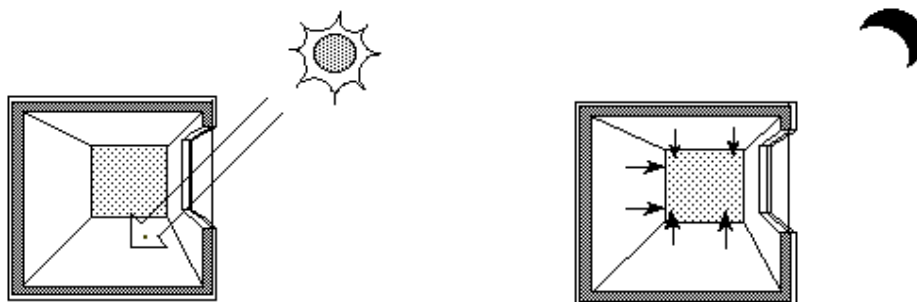


Fig. 29: Ganhos Directos.
(Adaptado de <http://arquitectologia.org/>)

Ganhos Indirectos:

No caso dos ganhos indirectos, este aquecimento é conseguido através do calor acumulado nas massas térmicas dos edifícios que, gradualmente é transferido para o seu interior do edifício (Exemplo Fig.30).

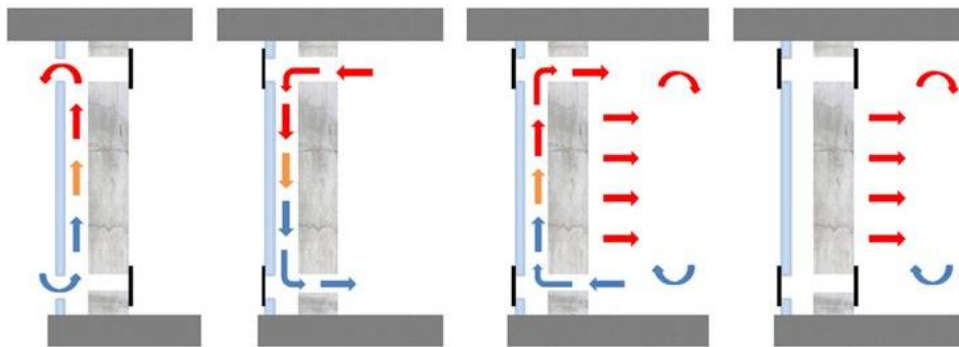


Fig. 30: Parede de Trompe- Funcionamento.
(Adaptado de: www.viviendasaludable.es)

Ganhos Isolados:

Os ganhos isolados (também conhecidos por ganhos combinados) são uma combinação dos dois ganhos anteriores. Estes são conseguidos através de zonas coladas ao edifício principal, como estufas solares. Esta forma de aquecimento resulta da captação directa de energia por estes elementos, que seguidamente, transferem essa energia para os espaços interiores do edifício (como se observa na imagem 31).

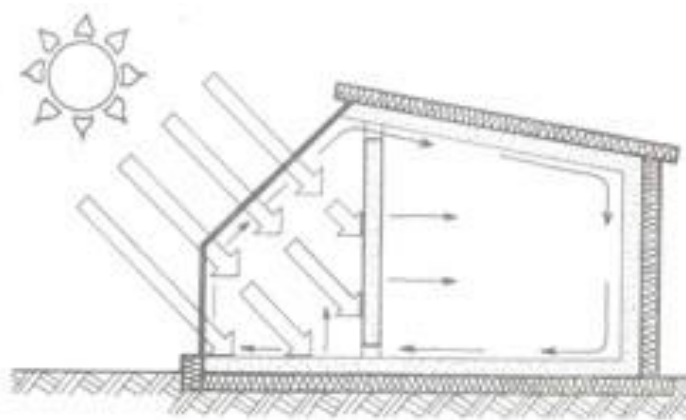


Fig. 31: Estufa Solar- Funcionamento.
(Fonte: Moita, F., "Energia Solar Passiva – 1", INCM, 1985)

4.6.4 SOLUÇÕES PASSIVAS DE ARREFECIMENTO

As soluções passivas de arrefecimento consistem em estratégias de redução da temperatura do ar no interior dos edifícios, sem necessidade de recorrer a meios mecânicos (Fig.32). O objectivo é atenuar os ganhos de calor, de forma a reduzir a necessidade de arrefecimento por meios de climatização.

A paleta de cores utilizada tem um papel fundamental no conforto térmico do edifício, pois ao contrário das cores escuras que aquecem o espaço por absorverem o calor, as cores claras não o absorvem e irão reflecti-lo, juntamente com a luz.

Outro elemento importante a ter em conta no desenho do edifício para obtenção do conforto térmico interior é a materialidade dos espaços e o seu respectivo isolamento, que irão influenciar a sua capacidade de inibir ou absorver o calor (exemplo: alumínio reflecte, enquanto uma carpete absorve). O isolamento contínuo pelo exterior é uma das soluções mais eficientes no isolamento de um edifício.

De forma a reduzir, no Verão, a quantidade de raios solares a entrar no espaço interior, são utilizadas protecções e sombreamentos solares fixos ou ajustáveis, como palas exteriores verticais e/ou horizontais, toldos, estores exteriores e interiores (exteriores mais eficientes) ou ainda vegetação de folha caduca nas fachadas com mais incidência solar, bloqueando a entrada dos raios solares directamente no espaço.

Outra forma de arrefecer o espaço e garantir a qualidade do ar interior é, através da ventilação natural: cruzada ou por efeito chaminé. A ventilação cruzada é uma forma de arrefecimento que depende da diferença de temperatura entre a temperatura interior e a temperatura exterior. A ventilação por efeito chaminé assenta na circulação fluxo de ar, o ar quente ascende e é libertado através de aberturas.

O arrefecimento evaporativo é uma estratégia que consiste na diminuição da temperatura, resultante da evaporação da água, de piscinas, lagos, espelhos de água, junto do edificado, tornando o ar mais fresco.

Outra estratégia de arrefecimento passivo é a de arrefecimento pelo solo. Nesta estratégia, procura-se aproveitar a temperatura do solo, de forma a reduzir a temperatura interior (o solo apresenta uma temperatura inferior à temperatura interior, fazendo com que o calor se dissipe).

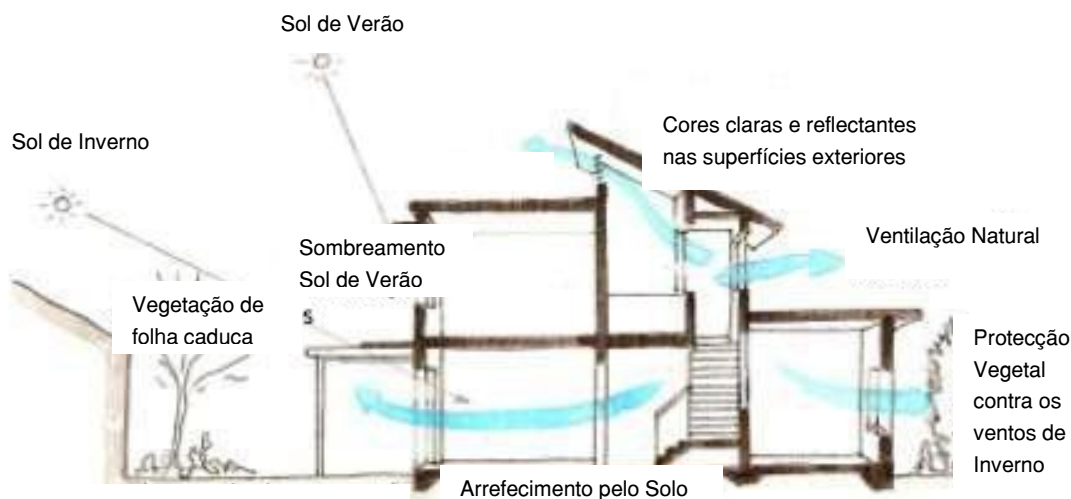


Fig. 32: Formas de Arrefecimento Passivas.

(Adaptado de: www.360building.com.au/passive-solar-building-design/)

4.6.5 SOLUÇÕES ACTIVAS DE AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO

Quando as soluções passivas de aquecimento e arrefecimento não são suficientes, é necessário recorrer a soluções activas, de forma a garantir o conforto térmico interior. No entanto, estas devem recorrer a fontes de energia renováveis para o aquecimento e arrefecimento dos espaços como microturbinas eólicas, painéis solares, painéis solares térmicos (pavimento radiante, águas quentes sanitárias, sistemas de ar condicionado), ventilação forçada e recuperadores de calor.

4.6.6 ILUMINAÇÃO

Cerca de 14% da energia consumida por edifício de habitação em Portugal⁵, corresponde ao sector da iluminação. Com o objectivo de reduzir este valor é necessário procurar estratégias que, não só procurem aumentar a iluminação

⁵ Fonte: Construção Sustentável: Conceito e prática (p.157)

natural no interior dos espaços, como também reduzir a quantidade de electricidade gasta com a iluminação artificial.

Um dos grandes objectivos da construção sustentável é maximizar a iluminação natural e complementá-la com a iluminação artificial necessária. Estando a iluminação natural associada a maior conforto e produtividade, os espaços onde é despendido mais tempo devem ser assegurar maior incidência da luz do dia. A utilização de cores com maior nível de reflexão da luz (cores claras) nas superfícies interiores, irão ainda reforçar a iluminação dos espaços. A iluminação natural pode ser conseguida através de iluminação lateral ou iluminação zenital. No entanto, quando necessária, a iluminação artificial, deve ser controlada por forma a garantir a eficiência energética. Para isso, devem ser instalados sensores de ocupação e temporizadores, sensores de diminuição de luz quando esta não é necessária com tanta intensidade (equilíbrio da luz artificial), devem ainda ser utilizadas lâmpadas de baixo consumo e preferencialmente LED. No exterior, devem utilizar-se luzes solares que não sejam dependentes da electricidade.

4.6.7 GESTÃO DA ÁGUA

A economia e gestão da água são questões inerentes a qualquer fase da elaboração de um edifício; porém, as estratégias devem ser definidas na fase de projecto para uma maior eficiência das mesmas. Assim, nesta fase, devem ser definidas as formas de captação e aproveitamento das águas pluviais para regas, limpeza de pavimentos ou para outros usos onde não seja necessária água potável; formas de tratamento e reutilização das águas cinzentas e negras; utilizar dispositivos e electrodomésticos mais eficientes, de forma a reduzir a pressão e o caudal da água e ainda reduzir a quantidade de zonas impermeáveis no exterior

4.7. ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DA CONSTRUÇÃO (ACV)

A análise do ciclo de vida (LCA- *Life-Cycle-Assessment*, em Inglês) dos produtos “*Cradle-to-Cradle*”⁶ avalia todas as suas fases, desde a sua extracção/fabricação ao transporte, utilização, reutilização, reciclagem, até ao seu fim de vida. À imagem do ciclo de vida de um material, o ciclo de vida de um edifício também avalia todos os estágios da vida da construção e o seu respectivo impacte ambiental.

O ACV é um método que nos permite avaliar o desempenho ambiental de um determinado edifício, conseguindo entender a quantidade de recursos consumidos, as suas emissões para o ambiente e os resíduos gerados durante o tempo de vida de uma edificação, apresentando a fase de vida do edifício que apresenta mais impactes ambientais.

Segundo (Manuel Amado,2015), o ciclo de vida de um edifício divide-se em quatro fases:

- Projecto
- Construção
- Exploração/utilização —> Manutenção/conservação
- Desconstrução

O ACV, segundo as Normas da ISO 14040 (Avaliação do Ciclo de Vida. Princípios e Estrutura) e ISO 14044 (Avaliação do Ciclo de Vida. Requisitos e Directrizes) é estruturado em quatro fases:

- Definição de objectivos e âmbito
- Análise do Inventário
- Avaliação dos Impactes
- Interpretação

⁶ Existem três tipos de análise do ciclo de vida de um produto: “*Cradle-to-Grave*”; “*Cradle-to-Gate*” e “*Cradle-to-Cradle*”. Estes indicam-nos, até onde vai a análise do ciclo de vida do produto em questão, sendo que o “*Cradle-to-Cradle*” é o mais abrangente. (Construção Sustentável: Conceito e Prática,2015)

2.3.7.1 IMPORTÂNCIA DA DESCONSTRUÇÃO

Uma das fases mais importantes no ciclo de vida de um edifício é a fase da desconstrução/demolição do edifício. Esta fase corresponde a uma das fases com mais impactes ambientais no planeta, devido à quantidade excessiva de resíduos formados deitados para aterros, sem serem reutilizados ou reciclados. Para que o desmantelamento do edifício em fim de vida não se torne um dos pontos mais críticos de uma construção, é necessário que, previamente em fase de projecto, sejam definidos os materiais a adoptar, que permitam posteriormente, nesta fase, a sua reutilização e reciclagem. Ao ser prevista a desconstrução do edifício irá ser reduzido o desperdício de resíduos, aumentando desta forma, sustentabilidade do mesmo. Para isso, os projectistas devem escolher meticulosamente os materiais a serem utilizados na constituição do edifício: materiais de fácil desmantelamento; evitar materiais tóxicos e perigosos; optar por materiais duráveis e materiais com capacidade de serem reutilizados ou reciclados.

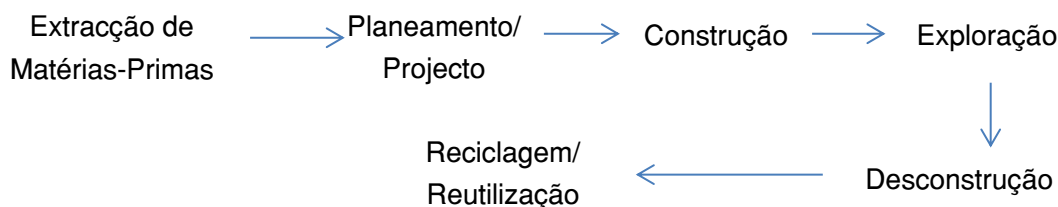


Fig. 33: Ciclo de vida de um edifício e dos seus materiais.
(Fonte: Elaborada pelo autor)

4.8 SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL

Com a intensificação da procura das aclamadas “construções verdes”, começaram a surgir modelos que avaliam e certificam o desempenho dessas construções e atribuem assim o reconhecimento das suas características sustentáveis.

Os sistemas de certificação ambiental servem para analisar a pegada ecológica/impactes ambientais e controlar a qualidade ambiental de um determinado edifício, de forma a atribuir um rótulo credível. Esta avaliação é realizada durante a fase de projecto, fase de construção e fase de exploração, podendo obter distintas

classificações nas diferentes fases. O rótulo resultante das certificações permitirá fazer uma comparação entre várias construções relativamente às suas características e impactes ambientais



4.8.1 BREEAM (*BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ASSESSMENT METHOD*)

No início dos anos 90, surgiu o primeiro sistema de certificação de avaliação do desempenho ambiental no Reino Unido apelidado de BREEAM. Este sistema desenvolvido pelos investigadores da BREE, tem como objectivos “Fornecer reconhecimento a nível de mercado de edifícios com baixo impacto ambiental; Garantir que a melhor prática ambiental seja incorporada no planeamento, no projecto, na construção, no funcionamento de edifícios e na envolvente construída; Definir um padrão robusto do desempenho económico, superando o exigido pelas regulamentações; Desafiar o mercado de forma a fornecer inovação, soluções económicas que minimizem os impactos ambientais dos edifícios; Sensibilizar os proprietários, ocupantes, *designers* e operadores sobre os benefícios e valor dos edifícios com um impacto reduzido no ambiente durante todo o ciclo de vida; Permitir que as organizações demonstrem progresso em relação aos objectivos do ambiente corporativo.”⁷

O BREEAM funciona num sistema de categorias, divididas em várias subcategorias correspondentes a requisitos, às quais são atribuídos créditos. Os créditos têm diferentes pesos, dependendo da sua relevância. A classificação (%) atribuída a cada categoria é igual à soma do total dos créditos adquiridos nessa categoria. A percentagem da classificação concedida a cada categoria varia consoante a tipologia de edificação a ser avaliada (escritórios, habitação, indústria e reabilitações), tendo um sistema BREEAM diferente para cada uma dessas tipologias.

⁷ Objectives of BREEAM. “BREEAM International New Construction 2016 Technical Manual”

Existem dez categorias sujeitas a avaliação, com diferentes ponderações como se pode observar na (Tabela 1) - Gestão, Saúde e Bem-Estar, Energia, Transportes, Água, Materiais, Resíduos, Uso do Solo e Ecologia, Poluição e Inovação. A classificação final resulta da soma de todas as categorias variando entre 30% e 100% (Tabela 2).

Áreas de Avaliação	Ponderação Não Residencial	Ponderação Residencial
Gestão	11%	9,10%
Saúde e Bem-Estar	19%	21,70%
Energia	20%	21,23%
Transportes	6%	6,13%
Água	7%	6,36%
Materiais	13%	13,29%
Resíduos	6%	5,37%
Uso do Solo e Ecologia	8%	8,18%
Poluição	10%	8,65%
Inovação	10%	10%

Tabela 1: Ponderações das Categorias do Sistema BREEAM.
(Fonte: BREEAM International New Construction 2016)

Classificação	Pontuação (%)
Não Aprovado	< 30
Aprovado	30-44
Bom	45-54
Muito Bom	55-69
Exelente	70-84
Excepcional	≥85

Tabela 2: Níveis de Classificação do Sistema BREEAM.
(Fonte: BREEAM International New Construction 2016)



4.8.2 LEED (*LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENT DESIGN*)

O sistema de certificação ambiental LEED surgiu em 1994, nos Estados Unidos da América, promovido pelo “*United States Green Building Council*”. É o sistema de certificação mais utilizado em todo o mundo, sendo que a sua certificação é “globalmente reconhecida como um símbolo da conquista da

sustentabilidade”⁸. O seu principal objectivo é a diminuição da pegada ecológica da construção.

O LEED classifica os edifícios através de uma avaliação de nove temáticas: Processo de Integração, Localização e Transporte, Localização Sustentável, Eficiência da Água, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade Ambiental Interior, Inovação e Processo de Design e Prioridade Regional (Tabela 3). Cada uma destas áreas encontra-se dividida em várias categorias (apresentadas no capítulo “Anexos”), com determinados pré-requisitos obrigatórios e outros requisitos aos quais são atribuídos pontos (Tabela 4). Os pesos das diversas áreas e os seus requisitos variam consoante a tipologia do edifício. À semelhança do BREEAM, o LEED apresenta diferentes sistemas de avaliação para as diferentes edificações: LEED - *Homes* (habitações); LEED -ND (desenvolvimento urbano); LEED - BD+C (Novas Construções e grandes renovações); LEED ID+C (projectos de alterações de interiores); LEED O+M (edifícios existentes em operações de melhoria e manutenção) e LEED *Cities and Communities* (cidades e subsecções das cidades). A soma dos pontos obtidos em cada área de avaliação atribui um determinado nível de certificação.

O mínimo de pontos a adquirir para obter a certificação mínima deste sistema é 40 pontos e a pontuação máxima possível de alcançar é 110 pontos (Tabela 4).

Áreas de Avaliação	Pontos (LEED-H)
Processo de Integração	2
Localização e Transporte	15
Localização Sustentável	7
Eficiência da Água	12
Energia e Atmosfera	37
Materiais e Recursos	9
Qualidade Ambiental Interior	18
Inovação e Processo de Design	6
Prioridade Regional	4

Tabela 3: Áreas de avaliação e pontuação do Sistema LEED.
(Fonte: <https://new.usgbc.org/leed>)

⁸ Disponível *online* em: www.new.usgbc.org/leed

Nível de Certificação	Pontos
Certificado	40-49
Prata	50-59
Ouro	60-79
Platina	80+

Tabela 4: Níveis de Certificação do Sistema LEED.(Fonte: <https://new.usgbc.org/leed>)

4.8.3 LIDERA

LiderA é acrónimo de Liderar pelo Ambiente na procura da sustentabilidade na construção. É um sistema de certificação ambiental voluntário português, desenvolvido no Instituto Superior Técnico por Manuel Duarte Pinheiro do Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura. Tem como objectivo “contribuir para criar, apoiar a gestão e certificar os ambientes construídos sustentáveis, suportando assim a procura de comunidades sustentáveis” (Lidera: www.lidera.info).

De forma a alcançar a sustentabilidade nos ambientes construídos, o LiderA formulou seis princípios: (LiderA.Lisboa.2011)

- Valorizar a dinâmica local e promover uma adequada integração;
- Fomentar a eficiência no uso dos recursos;
- Reduzir o impacte das cargas (quer em valor, quer em toxicidade);
- Assegurar a qualidade do ambiente, focada no conforto ambiental;
- Fomentar as vivências socioeconómicas sustentáveis;
- Assegurar a melhor utilização sustentável dos ambientes construídos, através da gestão ambiental e da inovação

As seis vertentes avaliadas por este sistema: Integração Local, Recursos, Cargas Ambientais, Conforto Ambiental, Vivência Socioeconómica e Uso Sustentável, subdividem-se em vinte e duas áreas, às quais é atribuída determinada percentagem (Tabela 5). Quando somadas as % obtidas em cada área, o ambiente construído é classificado com determinada certificação de desempenho.

A classificação obtida avalia o desempenho de G a A, sendo que dentro da categoria A, existe a classificação A, A+ e A++, que correspondem a categorias

mais eficientes a nível do desempenho ambiental. Um ambiente construído bem classificado a nível de sustentabilidade apresenta-se entre a classificação C até A++ (Fig.34).

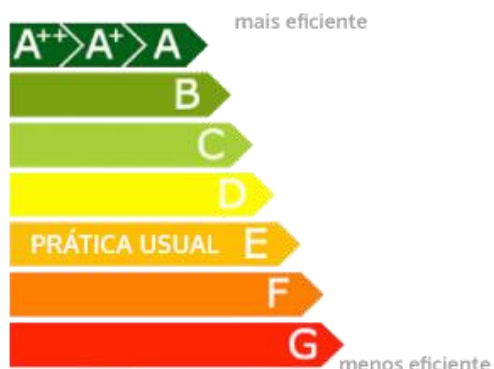


Fig. 34: Níveis de Certificação do Sistema LiderA.
(Fonte: <http://usingreen.pt/lidera/>)

Vertentes	Áreas a avaliar	Ponderações(%)	
		Por Área	Total
Integração Local	Solo	7	14
	Eossistemas	5	
	Paisagem e Património	2	
Recursos	Energia	17	32
	Água	8	
	Materiais	5	
	Alimentares	2	
Cargas Ambientais	Efluentes	3	12
	Emissões Atmosféricas	2	
	Resíduos	3	
	Ruído Exterior	3	
	Poluição Ilumino-Térmica	1	
Conforto Ambiental	Qualidade do Ar	5	15
	Conforto Térmico	5	
	Iluminação e Acústica	5	
	Acesso para todos	5	
Vivência Sócio-Económica	Diversidade Económica	4	19
	Amenidade e Integração Social	4	
	Participação e Controlo	4	
	Custos no Ciclo de Vida	2	
	Gestão Ambiental	6	8
Uso Sustentável	Inovação	2	

Tabela 5: Ponderações do Sistema LiderA.
(Adaptado do quadro do livro Construção Sustentável conceito e prática 2015)

Como se pode observar na tabela 5, a vertente com maior peso é a dos recursos (32%), onde a Energia é a área com maior relevância na avaliação. Aqui é avaliado o consumo energético total, de forma a saber se estão garantidas as necessidades energéticas para obter as condições de conforto. Esta área de avaliação está ligada à certificação energética dos edifícios, obrigatória em Portugal, onde é atribuída uma classe energética.

4.9 ARQUITECTURA ECOLÓGICA

“(...) the concept of construction ecology, a view of construction industry based on natural ecology and industrial ecology for the purpose of shifting construction industry and the materials and manufacturing industries supporting it onto a path much closer to the ideals of sustainability” - Charles J.Kibert em Construction Ecology

Como já foi referido logo no primeiro capítulo, a arquitectura ecológica partilha grande parte dos princípios da construção/arquitectura sustentável, embora apresente alguns princípios inerentes que vão além das preocupações da arquitectura sustentável. Há, no entanto, apresenta um objectivo principal partilhado com a sustentabilidade, a diminuição do impacte ambiental, apresentando preocupações com a gestão das fontes renováveis e não renováveis e a melhoria da qualidade do ar interior.

A arquitectura ecológica apresenta uma preocupação com o local onde o edifício será edificado. Assim, apresenta objectivos que diferem da sustentabilidade, na construção. Portanto, podem referir-se alguns objectivos específicos:

- Protecção dos habitats naturais e da diversidade biológica;
- Protecção dos solos;
- Protecção das fontes de água potável;
- Protecção das áreas verdes;
- Redução da contaminação luminosa, de forma a reduzir a perturbação dos ecossistemas nocturnos;
- Evitar a conversão desnecessária dos solos agrícolas em não agrícolas.

Em conclusão, a arquitectura ecológica é um tipo de arquitectura mais abrangente e mais complexa do que a arquitectura sustentável. Este tipo de

arquitectura procura expressar-se através da sua relação com a Natureza e o que é natural.

4.10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

“In a green building project, the construction footprint is typically minimized, and the construction manager plans the construction process to minimize the destruction of plants and animal habitat from soil compaction”- Charles J. Kibert

A construção sustentável permite criar edifícios mais eficientes que, por sua vez, minimizam os impactes que têm sobre o ambiente. Através da incorporação de estratégias passivas e activas no edificado, é possível criar um edifício sustentável (por vezes, em alguns casos, auto-sustentável – “*Off the grid*”, em que o edifício consome apenas o que produz), eficiente na gestão dos recursos energéticos, hídricos e dos resíduos. Estas medidas podem ser incorporadas no edifício em si e são apelidadas de estratégias passivas. Para que sejam eficientes é necessário que o edifício traga um manual de utilização do próprio edifício, para que o seu utilizador saiba como manejá-las (muitas vezes, as soluções passivas requerem que o utilizador do espaço abra ou feche janelas/comportas ou sistemas de ventilação).

Por forma a atingirmos uma construção eco/sustentável, é essencial ver o edifício e a sua envolvente como um todo, ou seja, é essencial que o edifício esteja integrado no espaço que o rodeia, não interferindo com os ecossistemas existentes. Para isso, é indispensável a realização de um estudo prévio ao local de edificação, de modo a fazer um aproveitamento das características locais e a entender os ecossistemas que nela existem e a forma como funcionam. É imprescindível entender que, para se conseguir uma arquitectura ecológica e sustentável, a preocupação humana tem de ir além da preocupação com o ambiente e os impactes que a construção tem neste, essa preocupação tem de se manifestar com o meio que envolve o espaço construído.



Fig. 35: Refúgio em Finca Aguy, Uruguai- MAPA.
(Fonte: www.archdaily.com)

“As casas conformam-se e deformam-se segundo o lugar e as pessoas”- Aldo Rossi, 1984

5. CONSTRUÇÃO MODULAR

“Every new generation will rediscover the virtues of prefabs”- Hugh Pearman

Em pleno século XX, apesar do pensamento da sociedade actual estar a mudar, ainda nos debatemos com uma mentalidade fechada relativamente à construção modular e os seus benefícios. Devido à falta de informação, a construção modular é associada a casas móveis, a falta de condições e a falta de qualidade. No entanto, a maioria das construções modulares apesar de poderem ser desmontadas ou recolocadas, depois de implantadas, ficam permanentemente no local de assentamento, apresentando as mesmas condições que uma construção tradicional (além de diversos benefícios e vantagens que serão apresentados ao longo deste capítulo).

5.1 HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO MODULAR

Quando falamos de construção modular, falamos de pré-fabricação. Este tipo de pré-fabricação apresenta um conjunto de características específicas, diferentes da construção pré-fabricada conhecida por painelização. Existem dois tipos de construção modular, as obras que são totalmente feitas e montadas em fábrica e depois colocadas no terreno como um todo, e a construção por peças, em que diversos elementos constituintes do edifício são construídos em fábrica e posteriormente unidos e montados no terreno. Para entendermos a forma como, actualmente, esta construção é utilizada é necessário perceber as suas origens e as razões que levaram ao seu surgimento.

Apesar de o uso da construção pré-fabricada ter ganho extrema importância no século XX, este tipo de construção e a sua utilização apresenta mais de dois séculos de história.

A primeira referência à pré-fabricação remete para 1830, em Londres, a Henry John Manning e a *“Manning Portable Cottage”* (Fig.36). O objectivo de Manning ao projectar esta casa era poder criar um edifício que pudesse ser enviado para a Austrália, local onde o seu filho iria imigrar. Este consistia numa estrutura de madeira de pequeno porte que poderia ser facilmente transportada de barco e

depois montada no local desejado. Apesar de este ser o objectivo inicial, esta ideia mostrou ser a solução para a expansão das colónias inglesas, no século XIX, sendo que, nos anos que se seguiram várias casas foram mandadas para a Austrália e outras colónias inglesas.

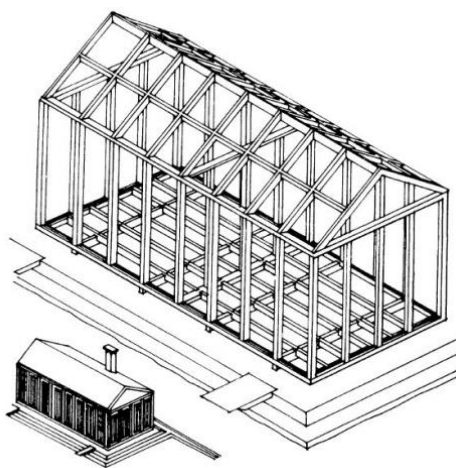


Fig. 36: Manning Portable Colonial Cottage.

(Fonte: Home delivery: Fabricating the modern dwelling.)

Da mesma maneira que a “*Portable Colonial Cottage*” de Manning apareceu na Europa, na América, surgiu o sistema em madeira “*Ballon Frame*”, também conhecido como o método Chicago. Criado por Augustine Taylor, que o aplicou pela primeira vez, na Igreja St.Mary’s, em Chicago, em 1833, este tipo de construção ganhou rapidamente popularidade em Chicago e noutras cidades americanas, devido à sua rapidez de edificação e ao seu preço acessível.

Mais tarde, na Europa, com a revolução industrial e com o início da utilização do ferro fundido nas construções, surge uma das mais marcantes obras na história da pré-fabricação, o Palácio de Cristal de Joseph Paxton⁹, em 1851. No Palácio de Cristal, Paxton criou um esqueleto metálico composto pela repetição de vários elementos metálicos que, conjugados com vidro, criaram um edifício emblemático com 90000 m². Esta obra é a expressão pura “*that beauty may be as simple as the functional means of production*”¹⁰.

No início do século XX, surge um movimento que irá mudar para sempre a indústria da construção prefabricada, apelidado de Fordismo. Este movimento

⁹ Joseph Paxton (3 de Agosto de 1803 - 8 de Junho de 1865) arquitecto, botânico e membro do parlamento Inglês. Para Grande Exibição de 1851 (Londres) desenhou o famoso palácio de Cristal.

¹⁰ Smith Ryan E. (2011), *Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

assenta na ideia da produção em massa, baseado na linha de produção de Henry Ford¹¹. O objectivo deste movimento era produzir o máximo, o mais rapidamente possível, com o menor custo. Para isso, defendia-se a racionalização e a estandardização do trabalho e da produção.

Com base neste pensamento, no início do século nos Estados Unidos, com a procura de casas de rápida construção e de estrutura leve em madeira, surgem empresas como *Aladdin Homes* (1906) (Fig.37) e a *Sears Roebuck and Co* (1908) (Fig.38). Ambas as empresas acreditavam na construção fácil, rápida e acessível de moradias em massa de madeira. Apesar de *Aladdin Homes* ter sido a primeira a apresentar um catálogo de modelos de casas, foi a *Sears* que alcançou maior sucesso durante o início do século, não só graças à variedade de habitações de que dispunha mas também ao financiamento.

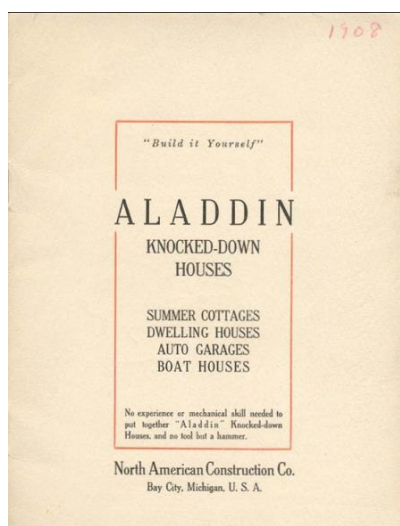


Fig. 37: Catálogo *Aladdin Homes* 1908.

(Fonte: www.cmich.edu)

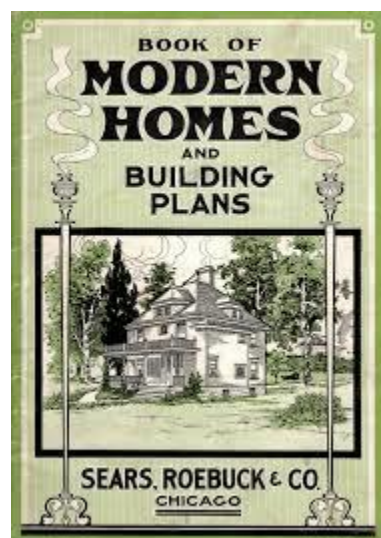


Fig. 38: Catálogo *Sears.Roebuck Co.*1908.

(Fonte: www.searsarchives.com)

No entanto, apesar do seu sucesso inicial, ambas as empresas acabaram por falir devido à instalação da grande depressão e à crise imobiliária que se iniciou nos anos 20.

¹¹ Henry Ford (30 de Julho de 1863-7 de Abril de 1947), foi um empreendedor e empresário americano, fundador da empresa *Ford Motor Company*. Revolucionou o mundo da produção quando iniciou a produção de automóveis em massa, de forma a obter mais automóveis no menor tempo possível.

Em 1928, surge a primeira construção pré-fabricada modular, a *Dymaxion House* de Buckminster Fuller ¹²(Fig.40). A ideia por detrás desta casa de forma arredondada em alumínio foi utilizar a leveza do material de construção para ser facilmente desmontada e transportada. O objectivo de Fuller era criar um modelo de casa de fácil construção, barata, de fácil manutenção e de fácil transporte que fosse produzida em massa; no entanto, com a instalação da grande depressão e a crise imobiliária, as pessoas deixaram de ter dinheiro para poder investir e os protótipos da casa foram abandonados.

Em 1932, seguindo a mesma linha de pensamento, Howard T.Fisher¹³ funda as *General Housing Corporation* (Fig.39). O objectivo de Fisher era construir casas em massa, seguindo as mesmas normas usadas para construir um carro, ou seja, as peças das casas eram construídas por empresas diferentes, depois eram todas entregues e montadas no local. Seguindo o pensamento Fisher, surgiram várias casas com o mesmo ideal de construção, habitações modernas em massa, como as Casas Americanas do arquitecto McLaughlin.



Fig. 39: *General Housing Corporation*, Howard Fisher.

(Fonte: <http://explore.chicagocollections.org>)

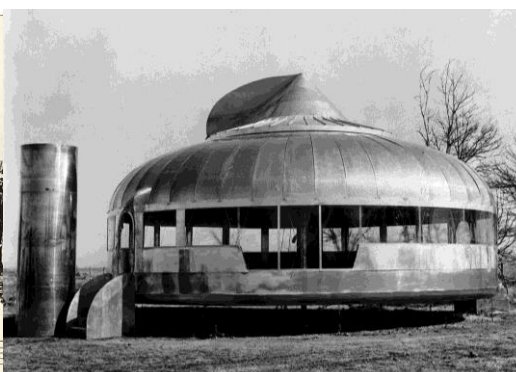


Fig. 40: *Dymaxion House*, Buckminster Fuller.

(Fonte: <https://permanentcollection.com>)

Foi, no entanto, nos pós II Guerra Mundial, que a construção pré-fabricada ganhou prestígio. Com o fim da guerra e com o regresso dos soldados a casa, deu-se uma enorme procura de a que a indústria da construção tradicional não estava apta a satisfazer. Por esta razão, o mercado das casas pré-fabricadas foi promovido

¹² Buckminster Fuller (12 de Julho de 1895- 1 de Julho de 1983) foi um arquitecto, *designer*, inventor e visionário Americano. Realizou notáveis obras futurísticas, preocupando-se com os problemas do seu tempo procurando soluções tecnológicas para os resolver.

¹³ Howard T.Fisher (30 de Outubro 1903- 24 de Janeiro 1979) foi um arquitecto e urbanista americano fundador das *General Housing Corporation*, casas pré-fabricadas de baixo preço.

e aumentou exponencialmente. Apesar deste aumento de procura, o mesmo não se verificou em termos de qualidade, porque o único objectivo era construir casas o mais acessíveis possível, no menor espaço de tempo, a fim de dar vazão à demanda por habitações que se estava a viver. Surgiram então empresas como a *Lustron Corporation Houses* que, seguindo os ideais do fordismo, construíam casas em aço, como uma cadeia de montagem. No entanto, as casas Lustron (Fig.41) apresentavam problemas de isolamento o que proporcionava falta de conforto interior.



Fig. 41: Casas Lustron- pré-fabricadas.

(Fonte: <https://connecticuthistory.org/metal-homes-for-the-atomic-age>)

Também nesta altura, Fuller foi contratado para construir casas leves e fáceis de transportar para suportar a busca por habitações. Regressando então à sua ideia de produção em massa da *Dymaxion House*, Fuller projecta em 1946 dois protótipos de casas: *Barwise and Danbury*. Em 1948, esses protótipos foram comprados pelo investidor William Graham, que os juntou, criando a *Wichita House*.

Com a enorme procura por este tipo de habitação rápida e económica, outra indústria começou a expandir e a ganhar importância nos anos 50 e 60, a indústria das casas móveis. Este tipo de casas inicialmente projectadas para serem habitações temporárias para os trabalhadores na guerra, com o fim da segunda guerra mundial, foram se tornando-se maiores, mais confortáveis e mais sofisticadas transformando-se em habitações permanentes.

A partir da segunda metade do século XX, vários arquitectos como Walter Gropius¹⁴, Le Corbusier¹⁵ e Albert Farwell Bemis¹⁶ começaram a fazer abordagens à construção pré-fabricada e à massificação, de forma a tentar resolver os problemas da habitação do pós-guerra.

Após um período em que a construção pré-fabricada perde importância, em 1990, com o surgimento das técnicas em betão leve, esta volta a ganhar relevância. Já no início dos anos 2000, renasce o interesse sobre a pré-fabricação, agora associando estas construções aos problemas de sustentabilidade e ecologia, com os quais nos debatemos actualmente. Começam a surgir casas que pretendem diminuir a pegada ecológica da indústria da construção, aliando as novas tecnologias a este sistema de construção, procurando a máxima eficiência e habitabilidade dos espaços.

5.2 CONCEITO E TIPOS DE SISTEMAS

A construção modular é um processo de construção de edifícios fora do local de implantação, que consiste na criação de módulos pré-fabricados que, posteriormente, serão transportados da fábrica para uma determinada localização, onde serão montados/implantados. Este tipo de construção é o processo de pré-fabricação mais extremo, pelo facto dos módulos serem completamente construídos em fábrica, deixando muito pouco trabalho para realizar no local de implantação.

Este tipo de construção assenta sobre dois princípios base, o da standardização e da racionalização. A industrialização da construção através destes dois princípios pretende reduzir os custos e tempo de construção, sem retirar qualidade ao edifício, diminuindo o risco da obra e aumentando a sustentabilidade nas suas três dimensões.

¹⁴ Walter Gropius (18 de Maio de 1883- 5 Julho 1969) foi um arquitecto alemão, fundador da Escola Bauhaus. Foi um dos arquitectos pioneiros do movimento moderno do século XX.

¹⁵ Le Corbusier (6 de Outubro de 1887- 27 de Agosto de 1995) foi um arquitecto e urbanista franco-suíço. Teve uma enorme preocupação com o planeamento urbano das cidades, procurando uma planificação adequada às vivências modernas. Criou o sistema de medidas "*Le Modulor*" baseado nas proporções humanas.

¹⁶ Albert Farwell Bemis (11 Novembro de 1870- 2 de Abril de 1936) iniciando a sua carreira como um empresário, posteriormente focou-se na temática da habitação. Entre 1933 e 1938 escreveu a trilogia dos livros "*The Evolving House*".

A construção modular pode ser associada a dois tipos: a construção modular permanente e a construção modular temporária. No entanto, é importante referir que a construção modular não é uma construção móvel. A possibilidade de mobilidade está associada à capacidade de transporte e fácil montagem noutro ponto à escolha, não no facto de se poder deslocar.

A construção modular temporária é utilizada para espaços de exposições, usos industriais, hospitalares, escritórios entre outros; no entanto, a construção permanente é a mais comum actualmente. A construção modular permanente é uma construção que se apresenta fixa ao local onde está implantada, contendo fundações e ligação às redes de infra-estruturas urbanas.

Segundo Mark Lawson, a construção modular divide-se em cinco sistemas: o sistema modular fechado, sistema modular parcialmente aberto, sistema modular aberto, sistemas construtivos de elementos modulares e sistemas híbridos ou mistos.

Sistema Modular Fechado:



Fig. 42 e 42 (i): *LofCube, Art Cube* Berlin 2007.
(Fonte: www.loftcube.net/)

Este sistema modular é caracterizado pelo seu elevado grau de standardização e de pré-fabricação. É caracterizado por elementos, “módulos” acabados, prontos a habitar, deixando muito pouca margem para modificações tanto a nível exterior como interior. Não apresenta possibilidade de adição de outros módulos lateralmente, apenas por empilhamento.

Sistema Modular Parcialmente Aberto:



Fig. 43: “Little Hero” Melbourne, Austrália.
(Fonte: www.jwcc.com.au)



Fig. 44: Pierson Upper Court-Yale University.
(Fonte: www.archnewsnow.com)

Este tipo de sistema é semelhante ao sistema fechado, difere apenas na medida em que permite a ligação entre módulos através de aberturas laterais, existentes nos mesmos. À semelhança do sistema fechado permite que os módulos sejam empilhados.

Sistema Modular Aberto:



Fig. 45 e 45 (i): *Marmol Radziner Prefab.*
(Fonte: www.cgarchitect.com)

Este é o sistema que permite maior número de ligações e configurações entre módulos pois, tal como o nome indica, os módulos são total ou parcialmente abertos nos quatro lados. Estes “módulos” são constituídos por pilares, lajes e coberturas.

Sistemas Construtivos de Elementos Modulares:

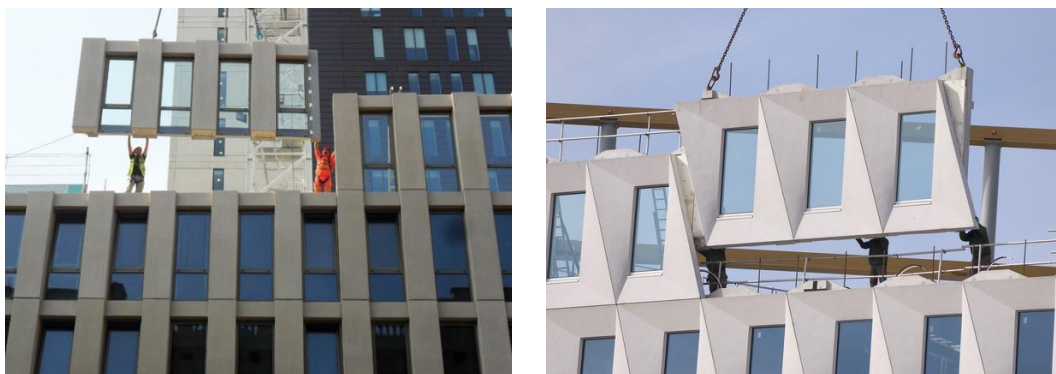


Fig. 46 e 46 (i): Exemplo de Sistema Construtivos de Elementos Modulares.
(Fonte: <https://fpmccann.co.uk> (à esquerda) e <https://sourceable.net> (à direita))

Ao contrário dos sistemas anteriores, este sistema não é caracterizado por módulos, mas sim por elementos pré-fabricados como painéis de paredes e pisos, com um dimensionamento padrão, que são encaixados no local de implantação do edifício.

Sistemas Híbridos ou Mistos:

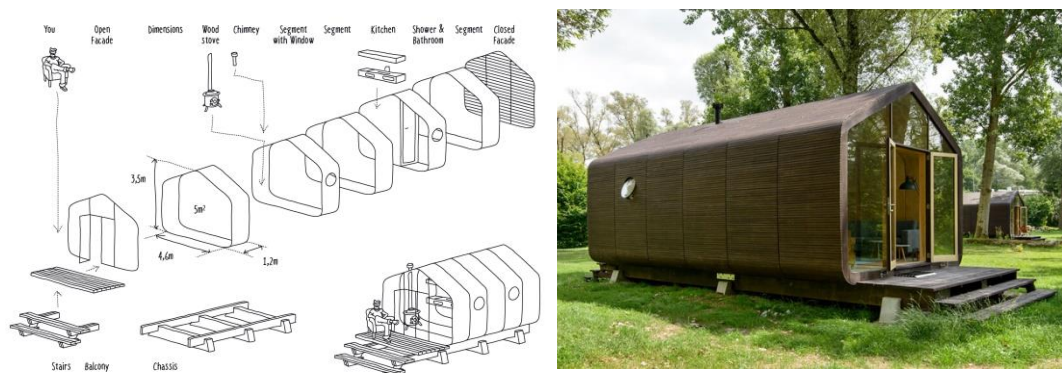


Fig. 47 e 47 (i): Sistema Misto *WikkellHouse*.
(Fonte: www.wikkelhouse.com/)

São sistemas que conjugam alguns dos sistemas abordados anteriormente de forma a criar um edifício.

5.3 COMPONENTES E ELEMENTOS

A construção modular baseia-se na repetição de um módulo consoante uma malha ortogonal pré-definida, simétrica que permite a sua agregação e acoplação.

5.3.1 MÓDULO

A palavra módulo proveniente do latim *modulus*, significa unidade que serve de medida. Segundo o Dicionário da Priberam Online, módulo é: 1. Medida reguladora das proporções arquitectónica. 2. Medida 3. Unidade que serve de medida.¹⁷

O módulo, tal como referenciado acima é uma unidade, uma medida base que, após a sua combinação com outros módulos, possibilita a criação de um sistema modular de desenho rápido e eficaz. Em 1955, em Munique, foram estabelecidos cinco requisitos que explicitaram como deve ser definida a medida de um módulo-base [x]:

- No que respeita à medida do módulo, esta deve ser suficientemente grande para ser possível criar uma correlação bastante satisfatória entre as dimensões modulares dos componentes e as dimensões modulares dos espaços do projecto;
- Relativamente ao tamanho do módulo, este deve ser suficientemente pequeno para que os seus múltiplos se adaptem aos diferentes elementos construtivos, reduzindo ao máximo as variações nos mesmos;
- A medida do módulo deverá ser a maior possível de modo a proporcionar a máxima redução da variação dos seus componentes;
- A dimensão do módulo deve ser expressa por um número inteiro;
- A dimensão do módulo deverá ser eleita, dentro dos limites possíveis, de forma a ser igual para todos os países.

É a partir do módulo base que é possível criar multimódulos e submódulos. O multimódulo corresponde a uma dimensão maior do módulo base, sendo que as suas medidas podem variar entre três (3M) e sessenta vezes (60M) a medida do

¹⁷ Disponível *online* em: www.priberam.pt/dlpo/módulo (consultado em 26-08-2018)

módulo base, resultante da multiplicação de um número interior por M (módulo). O submódulo corresponde a uma divisão do módulo base utilizado, pois nem sempre os componentes podem ser fabricados nas dimensões do módulo base (ver figura abaixo); no entanto, este não deve ser empregue se não for estritamente necessário por razões de ordem funcional.

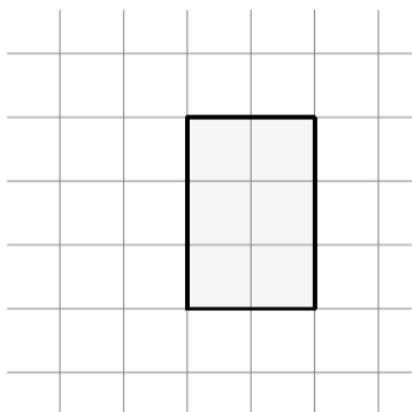


Fig. 48: Esquema Multimódulo 6M.
(Adaptado de Lara Oliveira, 2017)

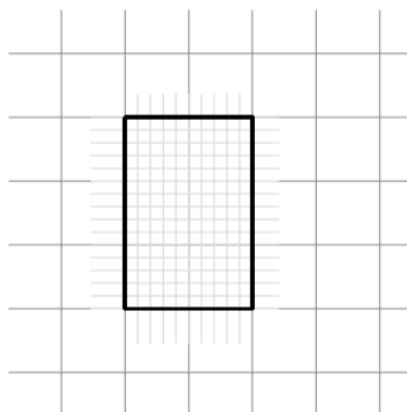


Fig. 49: Esquema Submódulo M/5.
(Adaptado de Lara Oliveira, 2017)

5.3.2 MALHA

Como já referido anteriormente, a construção modular assenta sobre uma base de trabalho através da qual é possível criar e repetir um módulo base - a malha. Esta malha funciona como um plano referencial através do qual surgem combinações tipológicas que dão origem ao projecto modular. As medidas desta malha variam consoante diversos factores, entre eles: o tamanho do módulo desejado, as funcionalidades requeridas e a eficiência. A malha funciona em dois eixos (X e Y), num plano bidimensional, criando um reticulado no qual, posteriormente, se criaram combinações de módulos padrão. Esta malha pode ser utilizada em dois planos: no plano horizontal, no desenho de plantas ou no plano vertical, na realização de alçados.

Existem vários tipos de malhas a considerar aquando a realização de um projecto (ver figura 50) [x]:

- Malha modular: utilizada no projecto de componentes e detalhes;
- Malha de projecto: utilizada na criação do projecto geral da edificação;

- Malha estrutural: utilizada para auxílio do posicionamento dos elementos estruturais;
- Malha de obra: utilizada para o posicionamento e orientação do edifício e dos seus componentes.

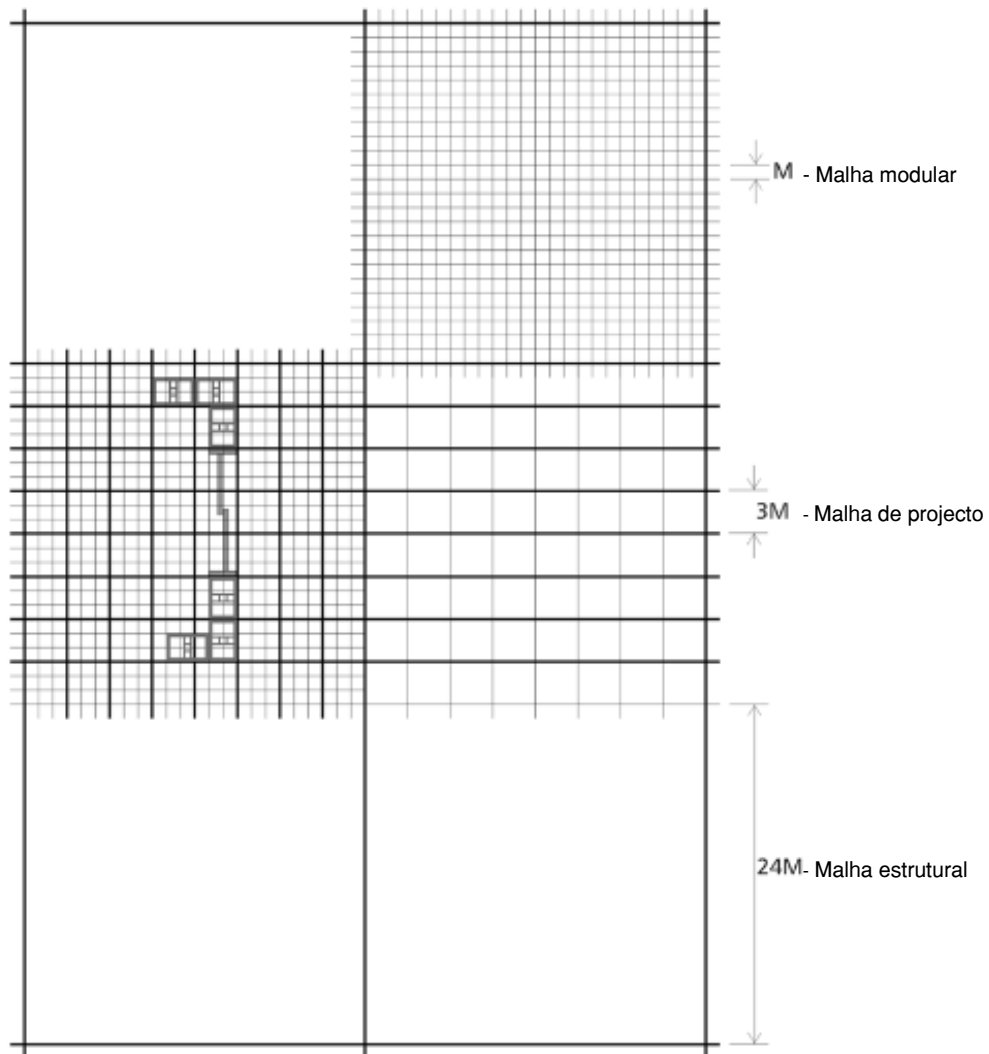


Fig. 50: Tipos de malhas utilizadas no desenho arquitectónico (M- módulo).

O módulo da malha de projecto é 3 vezes o módulo base, de forma a ser possível desenhar na mesma. O módulo da malha estrutural é 24 vezes o módulo, criando a estrutura exterior do projecto. (Greven & Baldauf, 2007)

5.3.3 “TEORIA DOS POLICUBOS”

Ao pesquisar sobre o tema “construção modular” descobre-se que existem associados a este vários conceitos e teorias. Uma dessas teorias é a dos policubos, estudada pelos arquitectos Roberto Serrentino e Hernán Molina e fomentada mais tarde por Edmundo Daniel Quezada Feijoó e Xavier Burneo, baseando a arquitectura modular nesta mesma teoria.

“La teoría de policubos es una rama de las matemáticas que se ocupa de estudiar el comportamiento de unidades modulares cúbicas, tal que unidas por sus caras configuran formas en el espacio tridimensional”¹⁸

Esta teoria, proveniente do ramo matemático baseia-se na teoria dos políminios¹⁹. Ou seja, baseia-se na malha criada pelos polímeros a 2D; no entanto, o seu módulo base tridimensional é o cubo e as suas possíveis agregações que originam diversas formas e combinações distintas e infinitas.

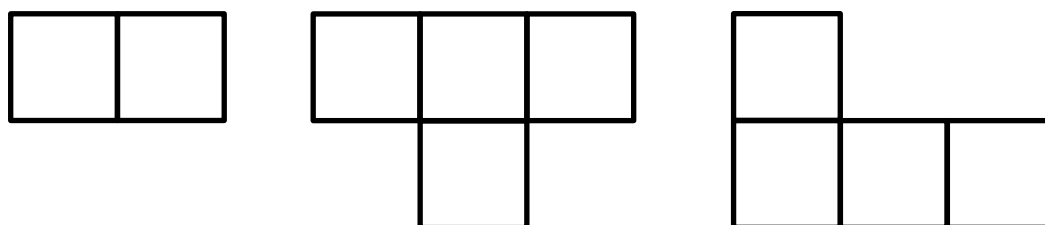


Fig. 51: Políminios- à esquerda dominó; no centro e à direita tetraminó.
(Imagem Elaborada pelo autor)

¹⁸ SERRENTINO, Robert H.; MOLINA, Hernán. ARQUITECTURA MODULAR BASADA EN LA TEORÍA DE POLICUBOS. *Morfología y Matemáticas*, 264-267. Disponível *online* em: <http://cumincades.scix.net/data/works/att/8a44.content.pdf> (Consultado a 5 de Agosto de 2018 às 11.37 horas).

¹⁹ Políminio: Conjunto de figuras quadradas plana iguais, unidas entre si por um dos lados.

Para obter um policubo é necessário que uma das faces do cubo esteja em contacto com outra existindo uma conexão entre eles. Para isso é feita uma movimentação do cubo inicial. Esta movimentação pode ser feita em dois sentidos, na vertical e na horizontal, possibilitando a criação de várias combinações.

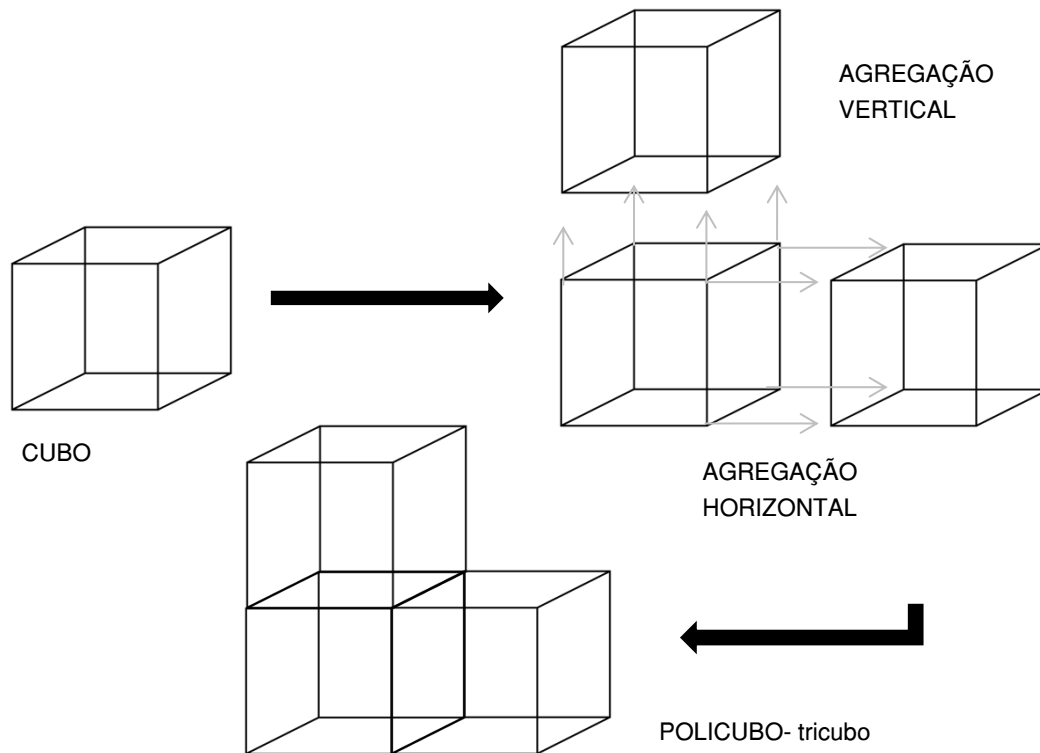


Fig. 52: Formação de um Policubo.
(Imagem elaborada pelo autor)

Segundo Edmundo Daniel Feijó e Xavier Valdivies, existem duas metodologias através das quais se pode utilizar a teoria dos policubos para obter arquitectura modular. Ambas as metodologias exploram a utilização das diversas combinações possíveis de policubos, de forma a obter uma arquitectura flexível e criativa que alie a forma à função ou vice-versa.

A primeira metodologia baseia-se primeiramente na escolha de um programa específico e nas necessidades do mesmo. Após a escolha do programa, seguimos para a escolha de um módulo base com determinadas dimensões criando a malha base que sustenta o programa, definindo quantos módulos são necessários para este. Ou seja, após a definição do módulo e da malha, organizam-se os módulos dentro delas consoante as necessidades desejadas, como se pode ver na figura abaixo.

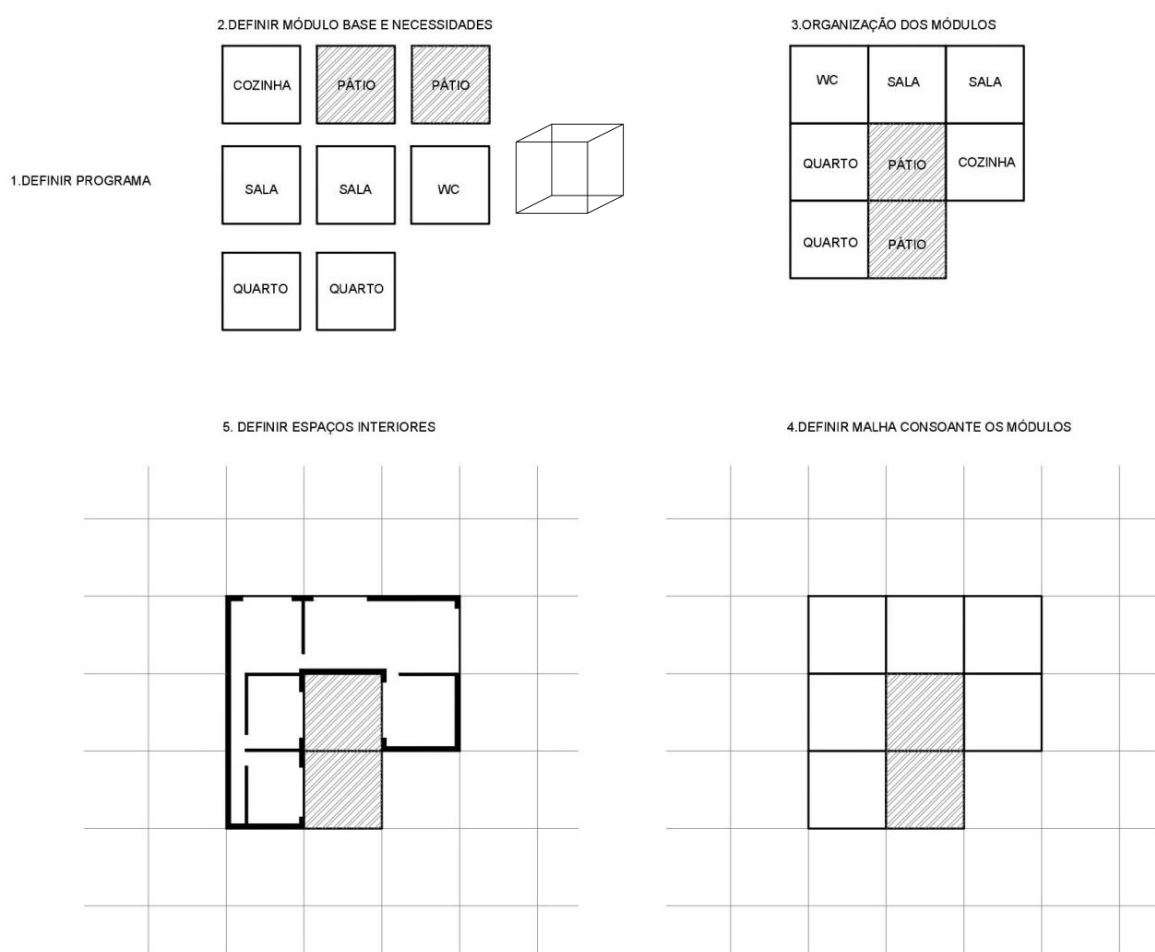


Fig. 53: Metodologia 1- Teoria policubos aplicada à arquitectura modular.
(Imagem elaborada autor, adaptada de Feijoó; Valdivies)

A segunda metodologia, ao contrário da anterior, baseia-se não num módulo inicial e nas necessidades de um programa formulado, mas sim num terreno pré-existente. A partir da análise deste, é formulada uma malha regular onde são definidas as dimensões do módulo base, a partir do qual são organizadas as combinações necessárias de forma a gerar um programa funcional.

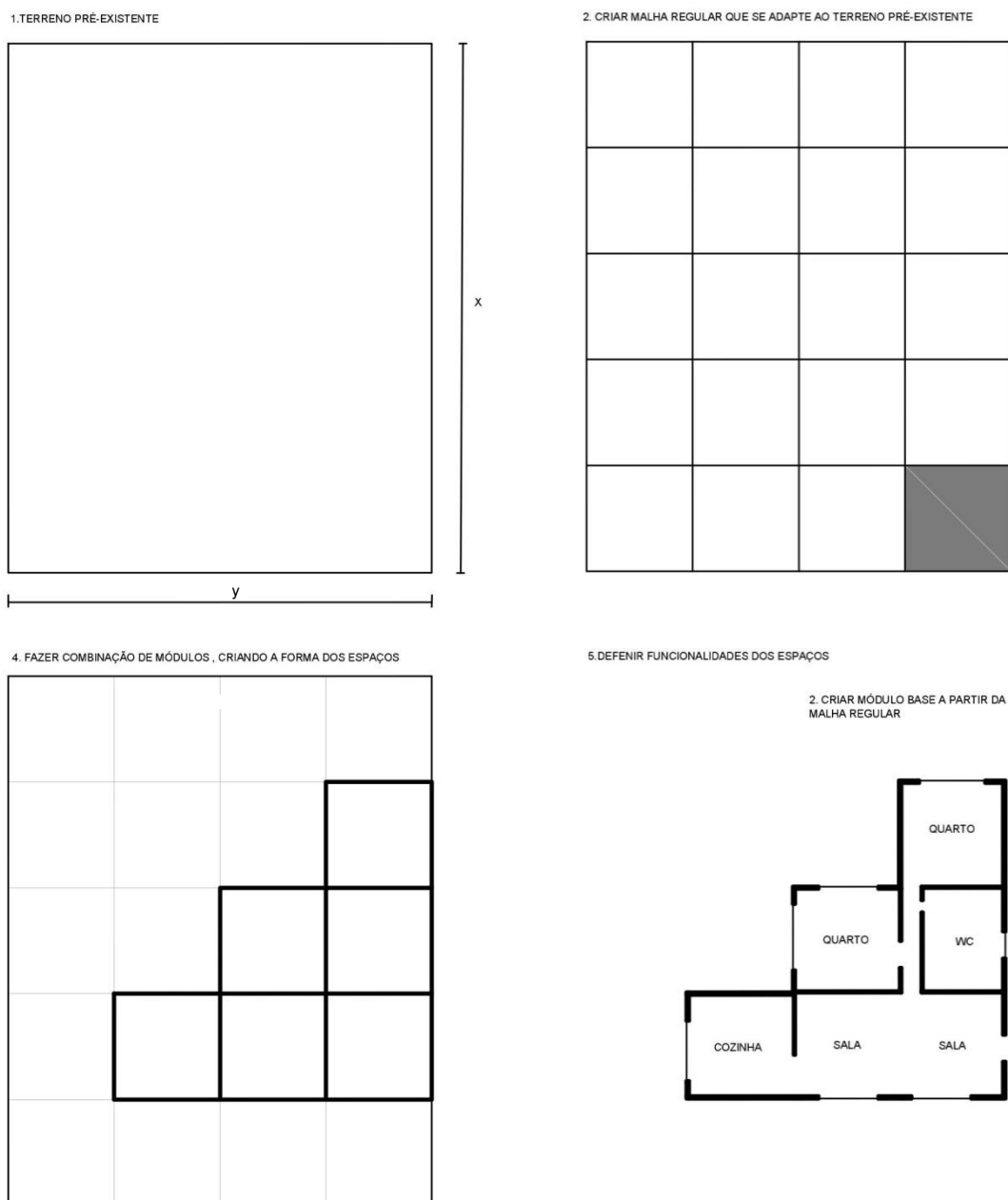


Fig. 54: Metodologia 2- Teoria policubos aplicada à arquitectura modular.
(Imagem elaborada autor, adaptada de Feijó; Valdivies)

Conclui-se então que existem duas formas de aplicar a teoria dos policubos arquitectura modular, dependendo das restrições e especificações iniciais. A segunda metodologia, apesar de mais limitadora e controlada (pois depende do terreno inicial e das suas medidas base), possibilita criar uma malha ortogonal a partir da qual se obtém um módulo base que posteriormente é repetido de forma a criar um projecto arquitectónico, contrariamente à primeira metodologia, que apresenta maior liberdade na concepção da malha e do módulo visto que não existe nenhuma restrição inicial à sua concepção podendo obter-se conjugações mais complexas.

Ambas as metodologias apresentam um determinado número de vantagens e desvantagens, sendo que a principal desvantagem é o facto de que o desenho obtido após a conjugação dos policubos poder não ser adaptável ao terreno em questão (pois nem todos os terrenos são moldáveis a formas cúbicas e nem todos os projectos podem ser realizáveis em qualquer terreno). Já a maior vantagem é o facto de as peças serem cúbicas, facilitando o desenho da estrutura e facilitando o processo da pré-fabricação das mesmas. A outra vantagem é a criatividade e liberdade que este tipo de metodologia oferece na concepção das combinações.

Estas metodologias aproveitam a geometria oferecida pelo cubo, de forma a criar espaços habitáveis adaptados aos usos requeridos e às funcionalidades espaciais.

5.4 MATERIALIDADES DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Actualmente, com a evolução das tecnologias e com o conhecimento de novos materiais, o sistema de construção modular apresenta várias soluções possíveis de construção em diferentes materiais.

Apesar de todas as soluções garantirem a economia do tempo de construção e os baixos custos, cada uma apresenta benefícios e vantagens concretas dependendo do material que a compõe.

5.4.1 CONSTRUÇÃO EM MADEIRA

A construção modular em madeira é sem dúvida a mais antiga. Várias empresas nacionais utilizam este material na estrutura das suas casas modulares devido às suas inúmeras vantagens, tanto a nível da sua facilidade de manuseamento como a nível de sustentabilidade ambiental. A madeira, sendo um material orgânico e ecológico, é material amigo do ambiente, na medida em que tem baixa toxicidade é reciclável e reutilizável. Empresas como a Portilame em parceria com a MIMA *Housing*, a *ModularSystem* e a JULAR apresentam casas modulares com estrutura em madeira lamelada colada.

Este material tem a desvantagem de não permitir a construção de grande altura pois, a partir de um determinado número de pisos, torna-se ineficiente a nível económico. As construções modulares em madeira são então associadas a construções de pequeno porte como moradias unifamiliares.



Fig. 55: Moradia Unifamiliar *ModularSystem*.
(Fonte: www.modular-system.com)



Fig. 56: Estrutura Portilame-Mima *Housing*.
(Fonte: www.mimahousing.com)

5.4.2 CONSTRUÇÃO EM LSF(“*LIGHT STEEL FRAMING*”)- AÇO GALVANIZADO

Estas construções são constituídas por uma estrutura porticada em aço. Em comparação com as construções em madeira e betão são as mais económicas e mais eficientes, pelo facto de serem mais leves, de fácil montagem e manuseamento. São estruturas de elevada resistência ao fogo, elevada resistência sísmica, durabilidade, rigidez e permitem a construção de edifícios em altura. Empresas como a *goodmood*, a Mokido e a Futureng-Bloken utilizam este sistema para a construção de casas modulares.



Fig. 57: Estrutura MOKIDO.
(Fonte: <http://modiko.pt/>)



Fig. 58: Estrutura Futureng –Bloken.
(Fonte: www.futureng.pt/)

5.4.3 CONSTRUÇÃO EM BETÃO

Este sistema é o mais pesado e difícil de montar. No entanto, as casas construídas neste material apresentam um elevado conforto térmico, uma grande resistência ao fogo e acima de tudo uma grande durabilidade. Dependendo do agregado que é misturado no betão, as características do material modificam-se, ganhando capacidades térmicas, acústicas ou ecológicas.

Por exemplo, a empresa SIT modular utiliza uma estrutura mista de estrutura metálica com betão reforçado com fibra. A empresa Mudastone apresenta casas modulares com estrutura mista em painéis pré-fabricados em betão com isolamento.



Fig. 59: Painéis em Betão MUDASTONE.
(Fonte: www.mudastone.pt)



Fig. 60: Casa Unifamiliar SIT modular.
(Fonte: www.aboutsit.com/)

5.5 TRANSPORTE E MONTAGEM

Tanto o transporte como a montagem e desmontagem dos módulos, são acções que requerem um estudo prévio durante a fase inicial de projecto, de forma a reduzir os riscos que possam surgir no momento da sua execução e a garantir que os edifícios apresentem as melhores condições. Durante esta fase, deverão ser

estudadas as estratégias de transporte dos módulos até ao local e como estes serão erguidos pelas gruas e colocados no terreno (Fig.61). É ainda importante, nesta fase, serem estimados os custos associados a estas operações, para saber quais as estratégias mais viáveis, pois os custos dos transportes dependem do peso e medidas dos módulos, da distância da fábrica à localização, das autorizações necessárias e obviamente ao método de transporte escolhido.

O transporte dos módulos poderá ser feito de barco, avião, comboio ou, o mais usual, de camião com reboque. É de extrema importância garantir que o transporte da casa seja feito com a máxima segurança possível, para permitir que esta chegue ao local nas melhores condições.

Para permitir uma montagem fácil e de rápida execução é necessário que as informações sobre a mesma sejam claras e transparentes. Para isso os módulos deverão apresentar consigo todos os detalhes de montagem, de como ser pegados, levantados e unidos. Para que a montagem dos elementos seja eficaz é necessário que, em fase de projecto, exista uma preocupação em diminuir o número de operações que se têm de realizar no local de implantação, devendo-se então reduzir o número de uniões e partes a sere montadas, deixando apenas as essenciais. Ou seja, os módulos deverão ser de fácil manuseamento e montagem, devendo ser feitas simulações de como estes serão ligados entre si e às infra-estruturas existentes, através de programas BIM, que possibilitam ver em 3D o resultado final da obra.



Fig. 61: Processo Construção Modular.
(Fonte: *Sustainability* (2016),_8 (6), 558)

5.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Sem dúvida que a maior vantagem da construção modular está associada à rapidez da obra e aos reduzidos custos de construção, quando comparados à construção tradicional (Fig.62). No entanto, este tipo de construção apresenta um enorme número de vantagens como:

- Economia de tempo: Rapidez da construção da obra;
- Elevado controlo de qualidade;
- Redução do impacte no local de implantação;
- Redução dos custos globais da construção
- Redução dos impactes ambientais;
- Redução dos resíduos gerados;
- Aumento do rigor e estabilidade do projecto;
- Redução dos riscos de acidentes de trabalho (aumento da segurança);
- Processo integrado de construção (melhor comunicação entre as várias equipas);
- Possibilidade de personalização e adaptação das casas;
- Preços flexíveis e acessíveis;
- Os edifícios são desmontáveis: Possibilidade de reutilização e de reciclagem dos materiais e elementos constituintes;

No entanto, apresenta algumas desvantagens como:

- Investimento inicial elevado;
- Limitações relativamente ao tamanho dos módulos existentes, devido ao transporte (dimensões standard de cada empresa)
- Necessidade de compra de um terreno;
- Distância entre a fábrica ao local de implantação: Necessidade de transporte;
- Dificuldade de Financiamento.

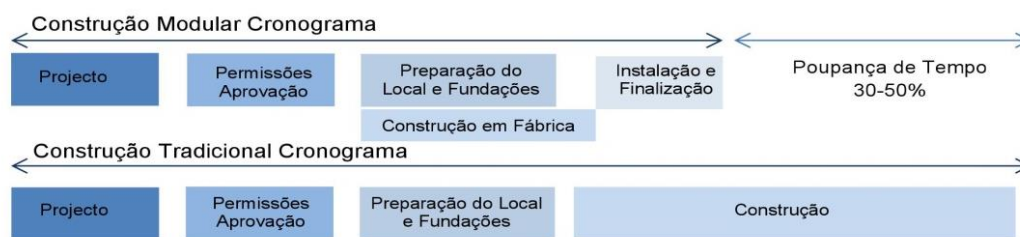


Fig. 62: Cronologia da construção modular VS construção tradicional.
(Adaptada de www.modular.org)

5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção modular apresenta-se como uma forma de construir rápida e eficaz baseada num desenho simples ou complexos de junção de peças módulo segundo uma malha ortogonal. Esta malha é definida por um arquitecto/desenhista, de modo a obter a maior eficiência possível na concepção de espaços e das suas respectivas funcionalidades. A utilização de um módulo padrão e da sua repetição, diminui drasticamente o tempo de construção e consequentemente os custos associados, permitindo obter, através da pré-fabricação dos seus elementos, uma habitação permanente sem lhe retirar qualquer conforto ou condições de habitabilidade.

A preocupação com a ecologia e a sustentabilidade é um factor que cada vez mais é abordado no sector da construção. Esta preocupação com o ambiente é transversal aos tipos de construção; porém, a construção modular apresenta a capacidade de ajudar na redução da pegada ecológica dos edifícios, como foi mencionado atrás neste capítulo. Também a tecnologia se tornou uma ferramenta de suporte indispensável à construção e em particular à pré-fabricação. O facto de o avanço das tecnologias permitir que em fábrica e durante a construção, o modelo de casa possa ser observado a três dimensões, proporciona segurança e fiabilidade ao projecto em questão, diminuindo o número de riscos e os erros.

Há que referir que nem toda a construção modular é sustentável; porém, ao aliar-se a construção sustentável à construção modular, aumenta-se não só a rapidez das construções, proporcionando não só uma redução dos custos de construção, como também a eficiência do edifício e assegurando a diminuição da sua pegada ecológica.

6. CONSTRUÇÃO MODULAR SUSTENTÁVEL

“A thoughtfully integrated ecology of construction can logically lead toward significant reduction in energy and transportation cost; reduction in material waste and redundant warehousing; the reusability and recyclability of building components; and massive savings of time, frustration, injury, and redundancy on job site.” - Mark e Peter Anderson

Tal como foi abordado no capítulo anterior, a construção modular não expressa a construção sustentável, no entanto, é possível conjugar os princípios de ambas, de modo a obter uma construção modular sustentável. Assim, alcança-se uma obra com todas as vantagens da construção modular agregadas às vantagens da construção sustentável, reduzindo não só o impacto que esta tem sobre o planeta Terra, como também aumentando a capacidade de adaptação e personalização da obra ao gosto do cliente. No entanto, este tipo de construção já apresenta alguma sustentabilidade agregada à sua forma de produção e construção.

6.1 FUNDAMENTOS

Os princípios deste tipo de construção assentam nos princípios referidos nos capítulos anteriores. Ou seja, esta construção é caracterizada pela sua standardização pré-fabricada, onde os módulos constituintes do edifício são construídos em fábrica, procurando a eficiência, a redução dos recursos utilizados e utilizando materiais eco-eficientes na sua constituição, (materiais locais que não obriguem a grandes deslocamentos para a sua obtenção).

Um dos factores mais importantes a ter em conta quando utilizado este método de construção é a localização da implantação. Uma implantação no terreno não sustentável irá influenciar toda a sustentabilidade do edifício. É de extrema importância garantir que a localização no terreno, prevista pelo arquitecto seja respeitada, ou seja é necessário ter em atenção a forma como o edifício foi desenhado e como foi estudada a sua colocação no terreno. A construção modular sustentável, mesmo sendo desenhada em fábrica, obriga a um estudo prévio do local onde irá ser implantada, de forma a saber quais as estratégias a adoptar para o local específico, isto é, têm de ser estudadas as características intrínsecas do terreno

(como o percurso solar, os ventos predominantes, as linhas de água, a topografia do terreno etc). Este estudo irá culminar, posteriormente, num projecto onde o desenho do edifício e da sua implantação aproveitará as características bioclimáticas do local, criando um edifício o mais eficiente possível.

A sustentabilidade de um projecto, no entanto, não se baseia apenas na sua sustentabilidade ambiental. Como já referido anteriormente, a sustentabilidade assenta em três grandes dimensões: a ambiental, a social e a económica, por isso, é importante referenciar que a construção modular sustentável permite a sustentabilidade nessas três dimensões. Começando pela económica, (que já foi abordada no capítulo anterior) a construção modular sustentável permite uma redução de 30-50% do tempo de construção²⁰, reduzindo automaticamente os custos associados a esta mesma construção. Os custos da construção são reduzidos devido a diversos factores: além do factor tempo (facto de não existirem atrasos por a construção ser realizada em fábrica, não dependendo das condições meteorológicas), existe a vantagem deste sistema funcionar em linha de montagem e de ser um sistema de massas (preço da unidade de material é mais barato) influenciando a redução dos custos, comparativamente ao sistema tradicional. No entanto, como já foi abordado no subcapítulo das desvantagens da construção modular, este tipo de construção implica um investimento inicial elevado, existindo ainda custos acrescidos relativos ao transporte e às ligações destes módulos às redes de infra-estruturas e fundações.

Relativamente à sustentabilidade social, este tipo de construção aumenta a produtividade e a segurança no trabalho. As condições de trabalho, comparativamente às condições de trabalho da construção tradicional, são mais estáveis e apresentam melhor qualidade. Estas características aumentam o conforto e a satisfação dos trabalhadores para com o mesmo. (Ryan E. Smith. *Prefab Architecture*.96) Ainda dentro da sustentabilidade social, é importante referenciar o conforto e a saúde dos utilizadores dos edifícios e as acessibilidades. Relativamente a este tópico, que se encontra directamente relacionado com o tópico da

²⁰ LAWSON, R.M; ODGEN, R.G. (2010). *Sustainability and Process Benefits of Modular Construction*.

sustentabilidade ambiental, é importante referir que os materiais utilizados nestas construções são não tóxicos e que se recorrem a estratégias passivas de iluminação, aquecimento e arrefecimento, de maneira a garantir o conforto interior e a saúde dos usuários do espaço. As acessibilidades dependem do local de implantação do edifícios e da sua proximidade aos meios de transporte e equipamentos mais próximos.

É importante referir que uma das características da construção modular sustentável é a sua habilidade de ser uma construção ecológica, pelo seu baixo impacto no terreno de implantação. É possível, dependendo do seu projectista, que a construção modular seja não só sustentável como ecológica, se houver toda a preocupação necessária com a envolvente e ecossistemas, como já estudado no capítulo IV.

6.2 CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO E EVOLUÇÃO

Uma das características principais associadas à construção modular é a capacidade de adaptação das casas aos espaços e ao seu utilizador, ou seja, as construções apresentam-se como modelos possíveis de adaptar e personalizar ao gosto e vontade do seu utilizador, possibilitando que este o altere, substitua, aumente, diminua ou mude a sua conjugação. Deste modo, a construção modular sustentável apresenta-se como uma construção evolutiva, que permite o crescimento do seu espaço (horizontalmente, verticalmente ou em ambas as direcções). Outra das características desta construção é a sua capacidade de adaptação ao espaço onde será colocada, havendo uma preocupação por parte de quem projecta com o impacte que esta terá no espaço envolvente.

A construção modular apresenta-se, então, como uma construção flexível, na medida em que permite a conjugação de diversos módulos (contactar com a empresa para obter o catálogo dos módulos existentes) em variáveis e distintas agregações, possibilitando ao seu utilizador uma conjugação única e pessoal. Também o espaço interior da maioria destas construções é adaptável e amovível, possibilitando também ele a apropriação às necessidades e ao gosto de quem o habita.

6.3 IDENTIFICAÇÃO DE ALGUNS MODELOS PORTUGUESES

Os sistemas de construção modular sustentável em Portugal variam na sua materialidade do sistema estrutural; no entanto, todos pretendem uma arquitectura flexível, adaptável, personalizável, com características sustentáveis. Várias empresas portuguesas oferecem, actualmente, um conjunto de casas modulares sustentáveis que variam entre construção em madeira, LSF e em Betão. Abaixo são salientadas algumas dessas empresas e respectivos projectos, principais características e inovação.

MIMA HOUSE

A *MIMA House* é um projecto que resulta da parceria da empresa MIMA Housing e da empresa PORTILAME.

A estrutura destas casas é em madeira pinho lamelada colada. O módulo *standard* apresenta planta quadrada com quatro fachadas similares em vidro e uma área útil de 36 m² (Fig.64). Inicialmente as paredes interiores eram amovíveis, funcionando num sistema de calhas, nas quais era possível fazer uma rotação dos painéis divisórios criando novos espaços, aumentando ou reduzindo espaços existentes numa métrica de 1,60 m. Actualmente as casas MIMA apresentam várias tipologias com diferentes áreas, sendo que estas podem ser personalizadas ao gosto do cliente, no entanto não apresentam paredes rotativas.

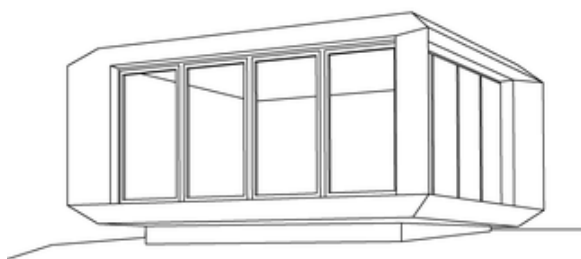


Fig. 63: 3D MIMA.
(Fonte: www.mimahousing.com/)

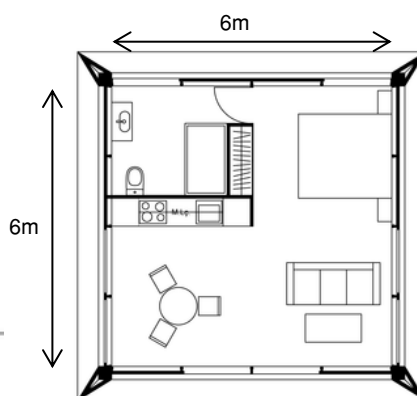


Fig. 64: Modelo *Standard* MIMA.
(Fonte: www.mimahousing.com/)

Os acabamentos exteriores e interiores apresentam uma variedade de cores e revestimentos e podem observar-se alguns exemplos na figura 65, sendo que, nos painéis interiores, os dois lados podem apresentar acabamentos diferentes e basta a sua rotação para modificar o espaço interior.



Fig. 65: Possíveis acabamentos da casa MIMA.
(Fonte: www.mimahousing.com/)

Relativamente ao tempo de construção destas casas, este varia, dependendo do tamanho e tipologia da mesma, sendo que o tempo de projecto e concepção da casa demora entre quatro a seis semanas. Depois das aprovações, a duração da construção em fábrica é de dez semanas e a sua montagem varia entre quatro a seis semanas. O preço base é de 43.700 euros²¹, porém o transporte para o local não está incluído. As casas MIMA apresentam uma garantia de cinco anos.



Fig. 66: MIMA House- Vistas Exterior.
(Fonte: www.mimahousing.com/)

²¹ <https://www.idealista.pt/news/imobiliario/habitacao/2012/01/05/5675-mima-house-uma-casa-portuguesa-pre-fabricada> (Consultado a 20/05/2018 às 10.00)

CEM (Casas em Movimento)

As casas CEM são caracterizadas por uma estrutura em madeira. No entanto, o que releva esta empresa de construção é o conceito no qual assenta o projecto: Além da flexibilidade e crescimento associados à construção modular, estas casas apresentam um conceito inovador ligado à sustentabilidade, apelidado de efeito girassol. Este efeito, tal como o nome indica, assemelha-se ao movimento de um girassol, fazendo-se em dois movimentos combinados: rotação da casa sobre si própria (180°) e da rotação da sua cobertura. Assim a casa ganha a capacidade de se mover, consoante a altura do dia e a intensidade da luz solar.

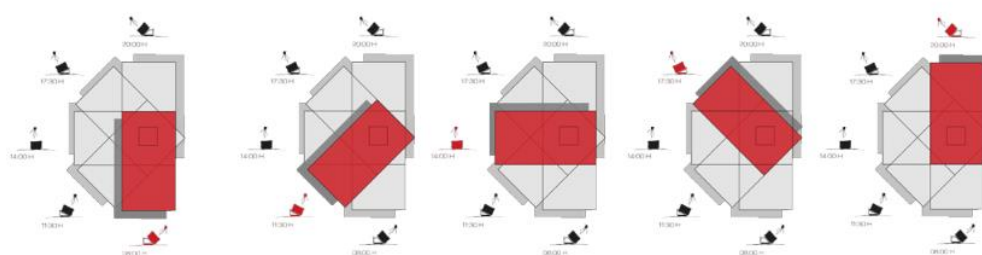


Fig. 67: Movimento de Rotação da Casa e respectiva cobertura ao longo do dia.
(Fonte: www.casasemmovimento.com/)

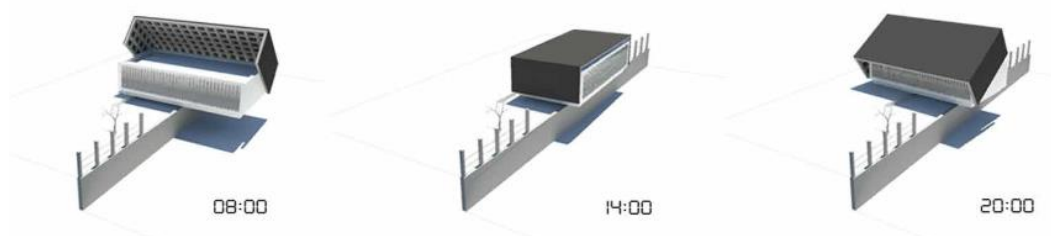


Fig. 68: 3D movimento de rotação das CEM.
(Fonte: www.casasemmovimento.com/)

A cobertura desta casa é revestida a painéis solares, permitindo a produção de energia eléctrica (Fig.69). O facto de ser móvel, permite o sombreamento durante a estação quente e, nos meses frios, permite o aquecimento passivo, através da entrada de radiação solar no interior, melhorando o conforto térmico.



Fig. 69: Casa em Movimento II Porto-
Cobertura em Painéis Solares.
(Fonte: www.casasemmovimento.com/)

Outra característica inovadora destas casas é a capacidade de adaptabilidade dos seus interiores, devido ao facto de apresentar uma parede interior amovível.

As casas CEM apresentam-se então como um organismo vivo auto-sustentável, com a capacidade inovadora da rotação, que não só lhe permite uma melhor captura da luz solar por parte da sua cobertura, como proporciona conforto durante todo o dia aos seus habitantes.

Modular System

“As casas Modular System estabelecem uma dialéctica com o terreno onde se localizam, pelo que a escolha do lugar é um factor decisivo”.- Modular System

A *Modular System* resulta da parceria da Arquipoorto com a Geoinvestimento. As casas da *Modular System* apresentam um sistema construtivo em madeira lamelada colada, caracterizado por módulos que podem ser agregados ou substituídos de forma a conseguir obter diversas soluções, possibilitando a criação de espaços únicos e personalizáveis.

Apesar de ser possível personalizar as casas de raiz, a *Modular System* oferece um conjunto de cinco modelos *standard*: XS, S, M, L e XL, que podem ser conjugados com módulos personalizáveis.

Apresenta uma grande paleta de materiais e acabamentos possíveis de ser aplicados, consoante o gosto do cliente.

Os preços das casas variam da sua dimensão, variação dos módulos e dos materiais utilizados.



Fig. 70 e 70 (i): Casa DP, Pestana Tróia Eco *Resort and Residence* 2010 *Modular System*.
(Fonte: www.modular-system.com)

MOKIDO

Apresenta um sistema metálico composto por componentes aço galvanizado moldados a frio, paredes com isolamento térmico, lã mineral de alta densidade, placas de gesso cartonado no interior e coberturas com isolamento XPS.

A MOKIDO apresenta quatro modelos de construção, cada um com diversos modelos e tipologias à escolha: HABITA (tipologia T0 à T4), NATURA (modelo T1, T2 e T3), ASSISTE (hotel, clínica, bar e loja) e PERSONA (T2 e T3).



Fig. 71: Casa Modelo HABITA T0 64,80m².

(Fonte: <http://modiko.pt/>)

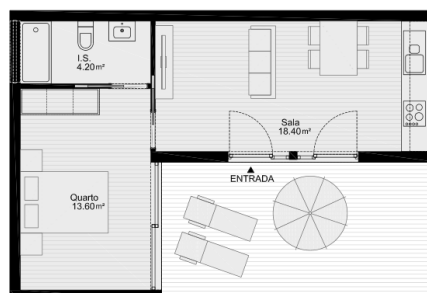


Fig. 72: Casa Modelo Podle NATURA T1 45m².

(Fonte: <http://modiko.pt/>)

Utiliza materiais 100% recicláveis, sendo que os acabamentos exteriores e interiores são ao gosto do cliente.



Fig. 73: Modelo Casa REC T3 PERSONA.

(Fonte: <http://modiko.pt/>)



Fig. 74: Modelo ASSITE- Bar.

(Fonte: <http://modiko.pt/>)



Fig. 75: Modelo Casa Podle T2 NATURA.

(Fonte: <http://modiko.pt/>)



Fig. 76: Modelo Casa Core T2 HABITA.

(Fonte: <http://modiko.pt/>)

goodmood

Apresenta uma estrutura em aço leve galvanizado com placas de OBS (para atribuir rigidez e resistência), com isolamento térmico em lã de rocha e com revestimento interior a gesso cartonado.

A filosofia desta empresa é a utilização de materiais eco-eficientes de forma a criar casas bungalows modulares, adaptadas às necessidades de cada cliente.

Relativamente aos revestimentos exteriores, apesar de existirem opções como ETICS e madeira, o revestimento recomendado por parte da empresa é a cortiça, não só pelos seus benefícios a nível de resistência, de isolamento térmico e acústico mas também por ser um material natural, reciclável e, acima de tudo, um material nacional. As casas goodmood têm garantia de cinco anos.



Fig. 77: *Bungalow Wood* goodmood T2, Alcobaça 2013.
(Fonte: www.goodmood.com.pt/)



Fig. 78: *Bungalow Cork* goodmood T0, Alcanena 2015.
(Fonte: www.goodmood.com.pt/)

Os modelos de casas vão desde a tipologia T0 (21 m²) ao T2 (42 m²), como se pode observar na figura abaixo.

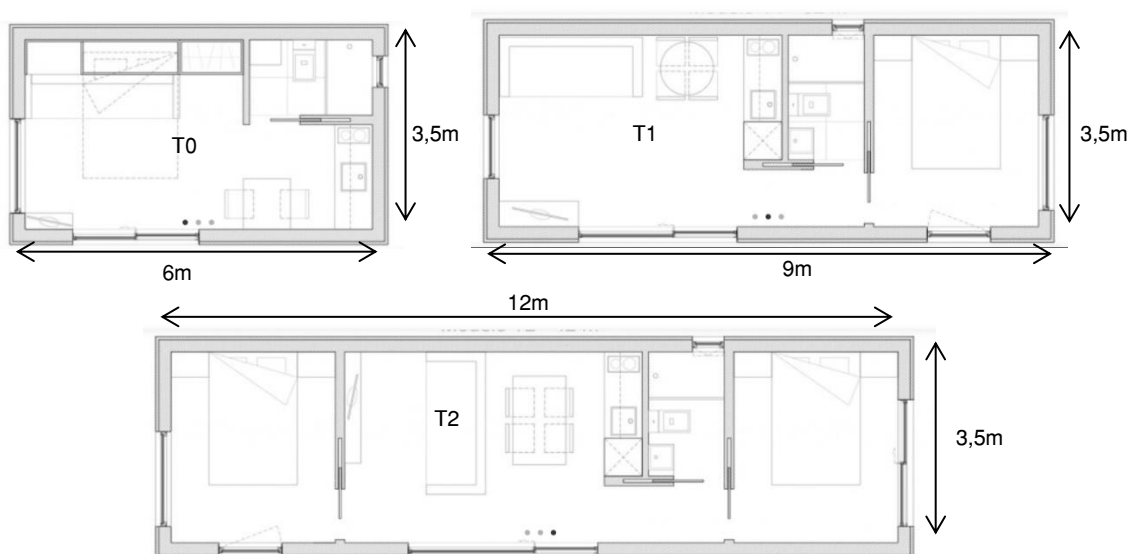


Fig. 79: Tipologias *Bungalows* goodmood.
(Fonte: www.goodmood.com.pt/)

Treehouse JULAR

O sistema *Treehouse* foi concebido pela empresa JULAR com o intuito de criar casas modulares sustentáveis em madeira.

As medidas do módulo base são 3,30 m x 6,60 m. A JULAR disponibiliza diferentes módulos-tipo com diferentes funções (15 módulos disponíveis), desde o módulo lavandaria, ao das instalações sanitárias e da garagem, passando pelo dos quartos, salas, cozinhas e pátios.

Apresenta tipologias de casas entre a T0 (modelo standard é de 22 m²) até aos limites da sua agregação, podendo ser conjugados os módulos, dependendo do gosto do cliente, possibilitando múltiplas soluções.



T1- agregação de seis módulos



T2- agregação de oito módulos



T3- agregação de dez módulos

Fig. 80: Tipologias de Casas *Treehouse*.
(Fonte: www.treehouse.pt/)

É possível o cliente escolher modelos pré-definidos, concebidas pela empresa, fazer adaptações a esses mesmos modelos ou criar a sua própria disposição de módulos.

A *Treehouse* apresenta vários materiais e acabamentos disponíveis, de forma a personalizar as casas ao gosto do seu utilizador; no entanto, a materialidade mais observada nas casas *Treehouse* é a madeira.



Fig. 81: *Treehouse* Douro.
(Fonte: www.treehouse.pt/)



Fig. 82: *Treehouse* Alentejo.
(Fonte: www.treehouse.pt/)

EmobHomes-JGDS

As Emob apresentam um conceito diferente dos abordados anteriormente, apresentando uma estrutura base correspondente a um contentor metálico. Este contentor leva um tratamento anticorrosivo, um isolamento de poliuretano e lã de rocha de alta densidade e permite a incorporação de acabamentos variados, tanto no interior como no exterior.

Os módulos desta construção correspondem às medidas dos contentores, podendo ser módulos de 2,5 m x 6 m ou de 2,5 m x 12 m. No entanto, podem ainda ser conjugados entre si, tanto horizontal como verticalmente.

As tipologias de construção oferecidas por este sistema são:

Emob *Resort Nature Home* (quatro tipologias à disponíveis): Turismo e Habitação Temporária

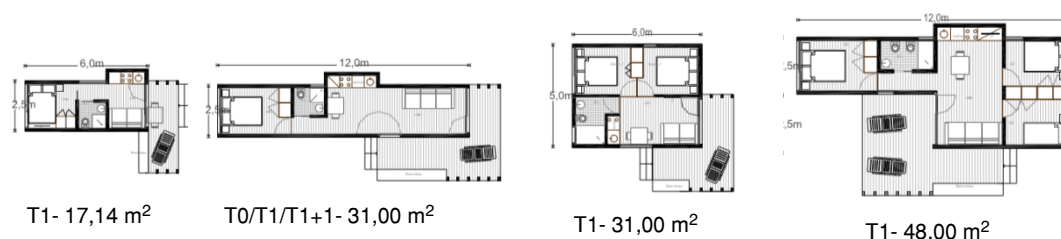


Fig. 83: Tipologias Ecomob *Resort Nature Home*.
(Fonte: www.jgds-epa.com/)

Emob *Living Nature Home* (com seis tipologias à disponibilidade): Habitação Unifamiliar

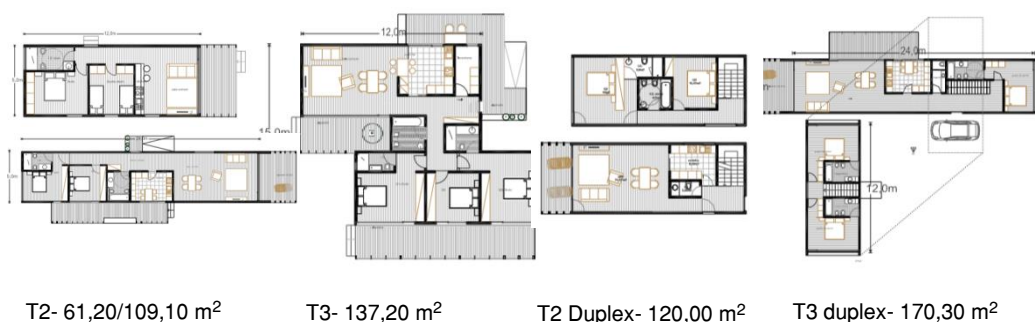


Fig. 84: Tipologias Emob *Living Nature Home*.
(Fonte: www.jgds-epa.com/)

No entanto, é possível fazer alterações a estas mesmas tipologias, podendo, os edifícios conjugados atingir um máximo de sete pisos e ser aplicado a outras funções como comércio, serviços e equipamentos.

Relativamente à duração da construção, esta varia consoante a tipologia escolhida, sendo que o tempo de concepção é de aproximadamente um mês e o tempo de fabrico e entrega de três meses.



Fig. 85 e 85 (i): Emob *Resort Nature Home T2*- Revestimento em madeira.
(Fonte: www.jgds-epa.com/)



Fig. 86 e 86 (i): Emob *Living Nature Home T2*.
(Fonte: www.jgds-epa.com/)

6.4 A MADEIRA E A SUSTENTABILIDADE

Sem dúvida que a madeira é um dos materiais mais sustentáveis do mercado, na medida em que é o único que absorve dióxido de carbono e não o liberta, ajudando a cumprir o objectivo “carbono zero”[f]. No entanto, como já referido acima, é necessário ter em conta que a madeira só é sustentável se for um material local ou próximo ao local de construção, pois se a madeira que se pretende utilizar não se encontrar perto, o seu transporte e deslocamento para a fábrica tornam-no num material insustentável. Todavia, se este não for o caso, a madeira é um material com um elevado grau de sustentabilidade porque, não só é um material natural e biodegradável, como é um material que permite a sua renovação (florestas sustentáveis), é reciclável e reutilizável (quando não foram aplicados tratamentos tóxicos sobre o mesmo), tem baixa energia incorporada, a nível estrutural é um material com grande resistência, bom isolamento acústico, eléctrico e térmico e ainda apresenta uma elevada resistência ao fogo devido à sua combustão lenta. Ao nível estético, a nível de conforto e qualidade dos ambientes, a madeira é muito apelativa, apresentando diversas escolhas a nível de cores e texturas.

Apesar de a madeira ter todas estas características positivas é necessário ter em atenção que, sem a protecção adequada, degrada-se e deixa de ser um material durável. No entanto, esta protecção dada à madeira é muitas vezes tóxica para o ser humano e para o ambiente. Para minimizar esse impacto, é necessário recorrer a escolhas e estratégias menos económicas ou comuns, com pinturas ou preservadores, como cera não tratada, tintas naturais à base de água, tinta fervida [g].

Na construção, existem dois tipos de madeira que podem ser utilizadas as madeiras folhosas e as madeiras resinosas. As resinosas são as mais utilizadas na construção, sendo que as folhosas são utilizadas na decoração.

6.4.1. PROBLEMAS DA CONSTRUÇÃO EM MADEIRA

O principal problema da construção em madeira corresponde à degradação que as madeiras podem sofrer se não forem tratadas ou receberem a manutenção indicada. As patologias surgem por falta de manutenção ou carecimento de tratamento, preservação ou ainda por falta de ventilação. Essas patologias são causadas por ataques de agentes biológicos (insectos- térmitas e carunchos, fungos- cromogéneos e de podridão, xilófagos), agentes químicos, agentes atmosféricos (luz solar, água e humidade), podendo variar de grau de deterioração, dependendo do ataque sofrido. Seguem abaixo as anomalias possíveis de encontrar nas madeiras:

- Alteração de cor ou descoloração e alteração de textura (Fig.87);
- Podridões;
- Variação de dimensão (retracção ou dilatação da madeira);
- Fendas e fissuras;
- Deformações;
- Perda de resistência e perda de massa (Fig.88).



Fig. 87: Madeira atacada por térmitas.
(Fonte: www.pluggo.pt/patologias/)

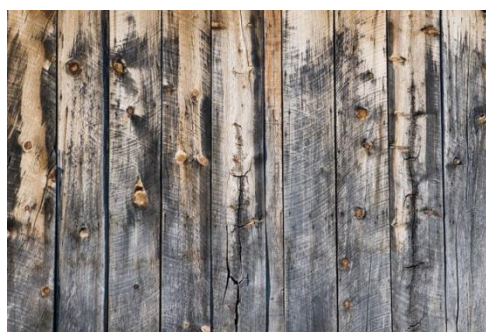


Fig. 88: Madeira descolorada-envelhecida.
(Fonte: <https://pt.dreamstime.com>)

Outras patologias podem surgir na madeira devido a acções humanas ou a acções acidentais, que não estão relacionadas com a manutenção da mesma. As anomalias causadas por falha humana têm como causa problemas na fase de concepção/projecto, fase de construção ou a fase utilização; como mau dimensionamento dos materiais, má qualidade dos materiais, erros de interpretação de projecto, alteração dos usos atribuídos entre outros. As acções acidentais estão associadas a danos devido a fogos, acções sísmicas, inundações e outros acontecimentos acidentais impossíveis de prever.

6.4.2 CONSTRUÇÃO EM MADEIRA EM PORTUGAL

Em Portugal a construção em madeira é muito menos comum do que no resto dos países da Europa. Este acontecimento é muitas vezes justificado pelo facto de em Portugal as temperaturas serem altas durante a estação Verão que, por sua vez, propiciam incêndios florestais, resultando na perda de madeiras, favorecendo o ataque biológico das mesmas e resultando num aumento do risco da destruição de casas construídas neste material. No entanto, esta é uma falsa questão, pois no que toca à resistência das estruturas, as metálicas e em betão armado mais rapidamente colapsam com um incêndio ao contrário das estruturas em madeira, que por sua vez apesar de arderem e perderem resistência mantém-se intacta. Outra razão para a pouca construção em madeira, em Portugal, esta sim de natureza factual, está associada à ausência de abordagem a este tema, levando os clientes a optar por opções tradicionais e mais conhecidas. O facto de não serem conhecidas as vantagens e benefícios neste tipo de construção leva a uma não especialização de técnicos nesta área, o que reduz substancialmente a “paleta” de

oferta. (Appleton; Conservação e reabilitação de estruturas de madeira- Metodologias de intervenção; 2).

Outra razão para a ausência deste tipo de construção é a disponibilidade do material. Apesar de algumas zonas do país terem a madeira como um material sustentável para a construção, outras zonas não têm abundância deste material; sendo que, fica mais sustentável a utilização de outros materiais naturais locais, como o adobe e a taipa na zona a Sul do país e a pedra na zona Norte.

É importante referir que o facto de a sociedade não utilizar esta forma de construção assenta ainda na mentalidade da sociedade. Se a sociedade não está disposta a mudar o seu comportamento, é impossível a inserção de novas formas de construção mais abrangentes e com maiores preocupações com o meio que as rodeia. É necessário que a população seja informada, de forma a entender a necessidade de mudança.

6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A capacidade que a construção modular sustentável tem de criar uma ligação com a Natureza e com o ser que a habita, torna-a numa arquitectura de eleição. O facto de possibilitar uma conjugação ínfima de módulos, de possibilidades de materialidades distintas, sempre com a preocupação de utilização de materiais amigos do ambiente e recicláveis, a possibilidade de obtenção de uma habitação num curto espaço de tempo e de redução dos impactes ambientais graças à procura pela eficiência, torna-a numa solução para os problemas actuais na luta para a minimização do aquecimento global e na redução da pegada ecológica do sector da construção.

A madeira, sendo o material de eleição, no que toca à sustentabilidade, pela sua ecologia e sustentabilidade intrínseca, apresenta, no entanto problemas aquando a construção em Portugal, sendo diminuta a sua utilização, comparando com vários países da Europa. É necessário ter em atenção que um material só é sustentável se existir nas proximidades da fábrica onde a construção será elaborada pois, se obrigar a deslocações demasiado grandes, torna-se ineficiente e, por consequência, insustentável.



Fig. 89: *Ecohouses*, Pedras Salgadas *Spa & Nature Park*.
(Fonte: www.modular-system.com)

NOME: *Ecohouses* - Pedras Salgadas
Spa and Nature Park

TIPOLOGIA: Várias

LOCALIZAÇÃO: Pedras Salgadas

ANO DE CONSTRUÇÃO: 2013

7. ANÁLISE DOS CASOS DE ESTUDO

Este capítulo visa a apresentação de três empresas de construção modular sustentável portuguesas, já referidas no capítulo anterior; sendo feita uma apresentação dos modelos de construção e uma análise aprofundada das suas características, a fim de se entender a razão da atribuição da terminologia de “sustentável”. Foram escolhidas empresas que apresentam uma estrutura em madeira, escolha esta baseada nas características ecológicas e sustentáveis do material de construção. É, então, analisada a empresa JULAR e as *Treehouses*, a empresa MIMA *Housing* em parceria com a PORTILAME, com as casas MIMA, e a empresa *ModularSystem* com as suas casas modulares sustentáveis, com foco nas *EcoHouses* do *EcoResort* Pedras Salgadas. Serão apresentados ainda neste capítulo, três exemplos internacionais, correspondentes a partes diferentes do mundo, de modo a poder comparar os seus modelos de construção com os nacionais, observando as diferenças e as semelhanças que apresentam entre si, retirando ideias e soluções que possam ser adaptáveis aos sistemas portugueses.

7.1. MODULAR SYSTEM

O sistema construtivo modular em madeira desenvolvido pela *Modular System* foi fundado em 2009 pelo *atelier* de arquitectura Arquipo²² e pela Geo investimentos²³.

As casas MS são inspiradas nos desenhos dos arquitectos Mies Van Der Rohe, Craig Ellwood, Richard Neutra, Charles e Ray Eames. Apresentam uma estrutura em madeira e resultam da agregação de módulos multifunções com dois metros e meio de largura. A agregação destes elementos, dependendo da sua conjugação, origina casas modulares com diferentes espaços, organizações interiores e sistemas de vistas, como se observa na figura baixo.

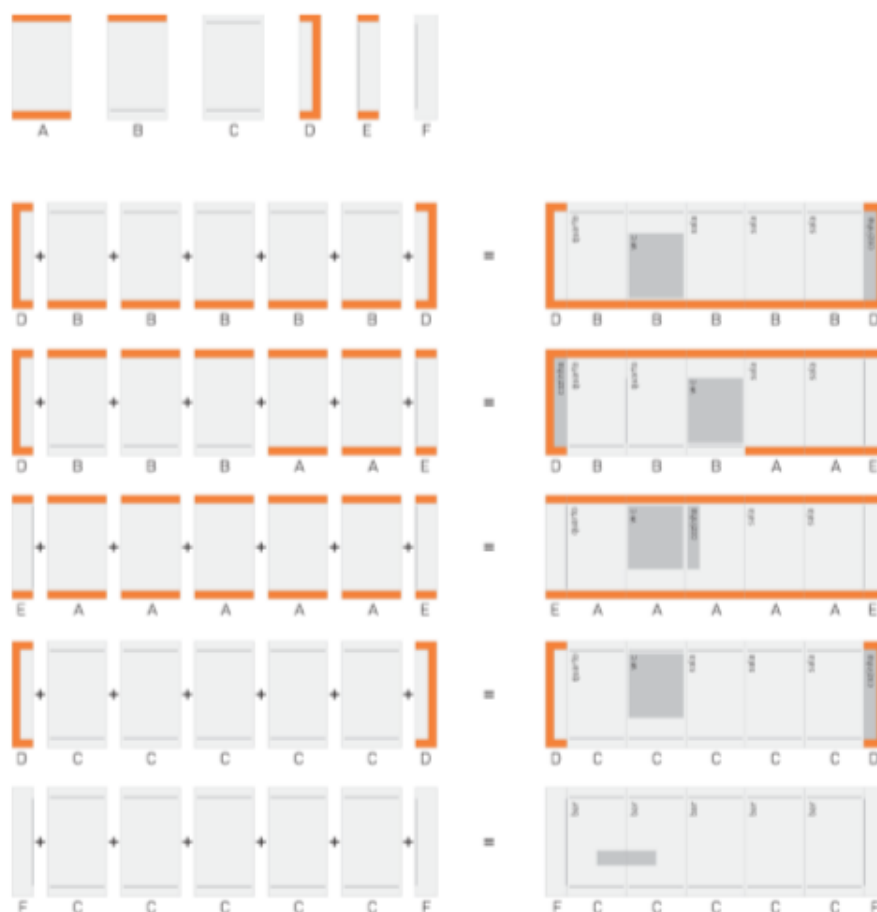


Fig. 90: Diferentes conjugações dos módulos- *Modular System*.

(Fonte: *Sustainability* (201),_8 (6), 558)

²² O *atelier* Arquipo foi fundado em 1991 pelos arquitectos Alexandre Teixeira da Silva e Miguel Ribeiro de Sousa.

²³ A Geo Investimentos fundada por Carlos Góis, é uma empresa que trabalha no ramo da gestão imobiliária desde 2000.

A estes elementos podem ainda combinar-se também varandas e pátios de forma a obter conjugações ao gosto e necessidade do seu utilizador, proporcionando diferentes vistas e vivências interior/exterior (Fig.91).



Fig. 91: Conjugação dos elementos modulares com pátios e varandas- *Modular System*.
(Fonte: *Sustainability* (201),_8 (6), 558)

O sistema utilizado pelas casas MS é um sistema aberto e dinâmico, ou seja, permite que ao longo do tempo sejam adicionados ou subtraídos módulos com funções diferentes à casa original. Porém, não é possível a adição de módulos verticalmente, se o projecto inicial não tiver sido pensado de forma a albergar dois pisos, por questões de esforços estruturais. Se o cliente entender que, no futuro, irá querer que a sua casa se estenda em altura, esses cálculos serão feitos em fase inicial de projecto para que a estrutura seja dimensionada contando com esses mesmos esforços. Este sistema de construção estende-se além da função habitacional, podendo ser utilizado em hotelaria, restauração, equipamentos e serviços.

Este sistema utiliza uma grelha com uma métrica simples e racional de 2,5 m/3 metros por 6 metros, num sistema estrutural de pilar e viga - pórtico. No entanto, alguns projectos podem utilizar um sistema de parede estrutural em madeira *wood-frame*. A variação das dimensões do módulo de 2,5 m e de 3 m depende da construção em questão, sendo que cada caso é avaliado como caso único. Relativamente ao pé direito, o máximo livre que se consegue obter é de 2,45 m; no entanto, como as vigas são vigas expostas, o pé direito ganha cerca de 30 cm. Se

todavia o cliente desejar um tecto falso, o pé direito ficará com os 2,45 m (altura das vigas e de todas as paredes interiores)²⁴.

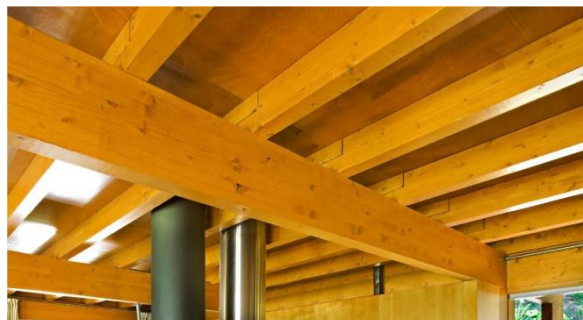


Fig. 92: Pormenor Vigas Expostas Tecto, Casa Caniçadas #02-*Modular System*.
(Fonte: www.modular-system.com/pt/)

A escolha do material madeira remete para todas as questões de sustentabilidade e de condições de conforto térmico e ambiental que o próprio material proporciona. A escolha da madeira, não só como material estrutural mas também como material de eleição para os revestimentos exteriores, baseia-se no facto de a madeira, como já referido anteriormente, ser um material orgânico, ecológico e de rápido e fácil manuseamento. A *Modular System* utiliza madeira pinho nórdico na constituição da sua estrutura. Toda a madeira utilizada pela MS é importada e toda ela provém de florestas certificadas como sustentáveis.

A nível construtivo e de processo de fabrico, as casas *Modular System* são feitas totalmente em fábrica, em módulos de 15 m² ou 18 m² (dependendo se os módulos são de 2,5 m ou 3 m), que posteriormente serão transportados para o local de implantação onde serão unidos entre si; vão às peças e depois são montados no local ou em casos excepcionais já vão montadas ou pré-montadas e são colocadas depois no local de implantação, onde são dados os últimos retoques e acabamentos. As fundações das casas podem ser de três tipos: em laje de betão (menos comum, mas se o cliente quiser uma casa com mais estabilidade é possível este tipo de fundação; no entanto, o pórtico das casas, perde as vigas de pavimento), a solução mais comum, fundações com sapatas pontuais de betão ou se o cliente quiser uma solução que não tenha impacte no local de edificação, as fundações podem ser feitas com estacaria de madeira. O tipo de fundações utilizadas, depende do tipo de terreno de cada caso, sendo que o cliente pode ter

²⁴ Informação obtida verbalmente com a arquitecta e técnica comercial Mafalda Ortigão.

preferência por algum tipo específico, mas será sempre feito um estudo do terreno e avaliada qual a melhor solução. Relativamente à relação entre a topografia e as fundações, estas são reguláveis subindo mais ou menos a casa consoante as necessidades, conforme a inclinação do terreno. No entanto, todas as casas são elevadas do terreno, independentemente do terreno em questão.

“Temos uns chumbadouros e uns pés metálicos que prendem directamente, embebidos no betão, a madeira não entrando em contacto com o betão. Estes pés metálicos levantam a madeira para ela poder ventilar (mostra pormenor). A casa tem de estar sempre um bocadinho elevada.”²⁵

No que diz respeito à constituição das paredes interiores e exteriores, as interiores são paredes em gesso cartonado com estrutura em alumínio com isolamento em lã de rocha no interior. Cada parede é constituída por duas placas de gesso de cada lado, porém se a divisão em questão for uma zona húmida, a parede é constituída por uma placa de OBS e outra de cerâmica. As paredes exteriores têm cerca de 40 cm e são constituídas por uma estrutura em madeira lamelada colada com isolamento em lã de rocha no interior, a fachada interior é constituída por um painel *sandwich* e a fachada exterior é constituída por uma fachada ventilada com revestimento à escolha.



Fig. 93: Pormenor Fachada Ventilada com Revestimento em Madeira Vilamoura Creek, *Modular System*.

(Fonte: www.modular-system.com/pt/)

²⁵ Informação obtida verbalmente com a arquitecta e técnica comercial Mafalda Ortigão.

Em conversa com a arquitecta Mafalda Ortigão foi-me explicado que a paleta de materiais e de revestimentos não é muito extensa. No entanto, os materiais têm de ser adaptáveis à fachada ventilada e o mais sustentável possível. Exteriormente, é habitual o uso de Casquinha Vermelha (Pinho Nórdico) e no interior Casquinha Branca (Abeto), por questões económicas (Fig.94). Outros revestimentos, no entanto menos comuns, são a pedra (leve) e o capoto. Os acabamentos, pinturas e velaturas estão ao gosto e critério do cliente, sabendo no entanto que a manutenção de diferentes acabamentos requer diferentes cuidados e protecções. Todos os clientes recebem um plano de manutenção da casa, onde vem descrito de quanto em quanto tempo é necessário fazer as limpezas exteriores, fazer novas pinturas ou aplicar novas camadas de protecção das madeiras.



Fig. 94: Revestimento Exterior em Madeira Pinho Nórdico- *Country House Reatreat Comporta-Modular System*.

(Fonte: www.modular-system.com/pt/)

Os caixilhos são em madeira e o vidro é duplo (Fig.95), sempre na perspectiva da sustentabilidade e do conforto térmico interior. Nesse âmbito, a *Modular System* garante uma certificação energética de A ou A+, dependendo das casas, garantindo que não existem grandes perdas energéticas.



Fig. 95: Vista Interior-Exterior Caixilho em Madeira com Vidro Duplo- *Modular System*.
(Fonte: www.modular-system.com/pt/)

As casas das *Modular System* apresentam uma garantia de cinco anos. Quanto ao tempo entre o início de projecto e a entrega chave na mão, este varia caso a caso e consoante a complexidade dos casos e a aprovação do projecto pela câmara. No entanto, variam entre quatro a cinco meses. Enquanto é aguardada a aprovação do licenciamento por parte das câmaras, a *Modular System* começa a encomenda dos materiais. Assim, quando o projecto for aprovado inicia-se imediatamente a construção e não é necessário esperar que o material seja encomendado e fabricado.²⁶

Relativamente aos preços, estes rondam os 1.000 euros o m² e não incluem extras como painéis solares, ar condicionado, AQS ou outros meios de aquecimento e arrefecimento dos espaços. Estes extras poderão ser acrescentados ao projecto, com os referentes custos acrescidos, quando o projecto é iniciado. Ainda no que se refere aos preços, o preço do transporte da casa não aumenta com a deslocação; é indiferente para o cliente se o projecto será implantado mais a Norte ou mais a Sul do país.

²⁶ Informação obtida verbalmente com a arquitecta e técnica comercial Mafalda Ortigão.

As vantagens deste tipo de construção são inúmeras sendo de ressaltar entre elas, a rapidez de construção e a qualidade da obra, para além de todas as questões de sustentabilidade e ecologia que a ela estão agregadas.

“Diria a que a primeira é rapidez de construção Depois, tem a ver também com o controle de custos. Nós aqui, muito facilmente, quando o projecto já esta definido conseguimos dar um custo muito fiel (...) Enquanto na construção tradicional há grandes perdas de energia, aqui não. A madeira é um bom isolamento e trabalha muito bem a temperatura; por exemplo no Inverno, depois de a casa estar quente, mantém a temperatura constante (...)”²⁷

A *Modular System* apresenta um catálogo com seis linhas de produtos habitacionais à escolha: Séries *Standard*, Séries Personalizadas, *Custom*, *Mobile*, *Nomad* e Hobo (barco) (Fig.96). Estas encontram-se divididas em dois grandes grupos de construção, uma mais rápida correspondente às casas da linhagem séries *Standard*, *Mobile* e *Nomad* e uma mais personalizada (por consequência, mais demorada) correspondente às casas séries personalizadas e *Custom*.



Fig. 96: Tipologias de casas *ModularSystem* – Habitação Séries Personalizadas (em cima à esquerda), Casa “*Custom*” (em cima à direita), *Hobo House Boat* (em baixo à esquerda) e Casa *Nomad* (em baixo à direita).

(Fonte: www.modular-system.com)

²⁷ Informação obtida verbalmente com a arquitecta e técnica comercial Mafalda Ortigão.

A. As casas pertencentes à tipologia séries *Standard* correspondem a modelos base, com desenho pré-definido pela empresa com conjugações possíveis de módulos. Estas casas apresentam cinco séries com subséries, com dimensões e composições distintas (XS, S, M, L e XL / XS+, S+, M+, L+ e XL+), onde cada uma apresenta vários modelos diferentes.

B. As casas séries personalizadas oferecem, tal como o nome indica, soluções mais customizadas, possibilitando a conjugação e a alteração de módulos pré-definidos ao gosto do cliente. Assim, permitem soluções adaptadas às necessidades do utilizador.

C. As casas correspondentes à linha “*custom*” são aquelas com maior capacidade de personalização, pois não utilizam os módulos pré-definidos pela empresa. Por consequência, apresentam um maior tempo e custo de construção.

D. A linhagem *Mobile* diz respeito a casas modulares amovíveis, passíveis de mudar a sua localização, alinhando a modularidade à capacidade de mobilidade. Estas casas contêm uma área útil de 42 m², em que o espaço interior está organizado de forma a ser totalmente aproveitado. Este é o único tipo de casa MS que é transportado por inteiro desde a fábrica até ao local de implantação.



Fig. 97: Fotografia Transporte de uma *Mobile Home, Modular System*.
(Fonte: www.modular-system.com/pt/)



Fig. 98: Fotografias do interior *Mobile Home, Modular System*.
(Fonte: www.modular-system.com/pt/)

E. Os modelos *Nomad* são casas distintas das anteriores com 30 m², na medida em que os seus módulos são triangulares. A sua planta é rectangular, no entanto, o seu alçado é triangular (como se observa na figura 99).

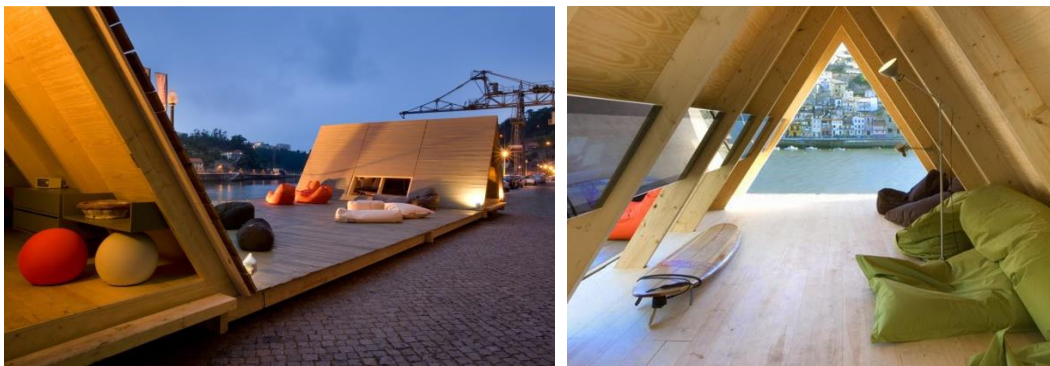


Fig. 99: Fotografia da linha de produtos *Nomad*, *Modular System*.
(Fonte: www.modular-system.com/pt/)

F. A linha de produtos *Hobo* é uma linhagem de casas modulares flutuantes, apelidadas de “Casas Barco”. Esta casa de 120 m² tem três quartos, uma sala com *kitchenette* e uma zona exterior. No entanto, não podem ser comercializadas em Portugal, pois a lei portuguesa não autoriza este tipo de habitação.²⁸



Fig. 100: Fotografias do Interior e Exterior da Casa” Hobo” *Show Room* Porto.
(Fonte: Revista Visão 2012)

²⁸ Informação obtida verbalmente com a arquitecta e técnica comercial Mafalda Ortigão.

7.1.1 *ECO HOUSES- PEDRAS SALGADAS SPA & NATURE PARK*-LUÍS REBELO DE ANDRADE E *MODULAR SYSTEM*

As *Eco Houses* situam-se num *Resort* de quatro Estrelas em Pedras Salgadas, apelidado de “Pedras Salgadas *Spa & Nature Park*”. Este complexo turístico encontra-se isolado e inserido num Parque Natural, com vinte hectares, a 850 metros de altitude, no concelho de Vila Pouca de Aguiar.

A nível de sustentabilidade e ecologia, estas casas apresentam um nível bastante elevado, sendo que aliada à construção sustentável modular foram implantadas num local em que nenhuma árvore foi retirada. Encaixando-se na perfeição no terreno em que se inserem as *Eco Houses* são um exemplo perfeito do que é a construção modular sustentável. Estas casas foram construídas em fábrica e transportadas, para o local, pré-montadas, deixando os acabamentos e revestimentos para concluir após a sua implantação no terreno. A colocação no terreno exigiu a utilização de gruas que pegassem nas casas e as colocassem no ponto escolhido, pois este era de difícil acesso. Relativamente às materialidades destas casas, elas são construídas com estrutura em madeira e apresentam um revestimento exterior em madeira em algumas fachadas e em ardósia em outras (remetendo aos revestimentos utilizados na localidade), apresentando uma materialidade que requer menos manutenção do que as madeiras expostas. As suas fundações são em estacas metálicas em determinados pontos, de forma a reduzir o impacto das fundações no terreno.

A nível de sustentabilidade social e cultural, este parque preserva a história da localidade e integra esse mesmo espírito no projecto final. Outra característica importante de ressaltar neste projecto é a importância da interligação entre o ser que habita a casa e a Natureza, através das vistas interior/exterior (ver plantas e alçados em Anexos).

Este estabelecimento, apesar de não ser auto-sustentável (no entanto, a *Modular System* oferece essa hipótese em qualquer projecto - através da incorporação de sistemas activos de aquecimento de águas e do ambiente interior, de sistemas de tratamento de águas e captação e reutilização de águas pluviais) e ter ligação à rede urbana de infra-estruturas, encontra-se isolado no coração do

Parque Natural; no entanto, encontra-se próximo de equipamentos de saúde e da estação dos transportes públicos.



Fig. 101: Inserção da *EcoHouse* no parque natural, *Spa and Nature Park* Pedras Salgadas.
(Fonte: www.pedrassalgadaspark.com/pt/)



Fig. 102: Fachadas em Ardósia e Madeira, *EcoHouse Spa and Nature Park*, Pedras Salgadas.
(Fonte: www.pedrassalgadaspark.com/pt/)



NOME: *Treehouse* - Casa Riga Guincho

TIPOLOGIA: T1+1

LOCALIZAÇÃO: Cascais-Guincho

ANO DE CONSTRUÇÃO: 2016

EMPRESA: JULAR - *Treehouse*

7.2. TREEHOUSE-JULAR

Ao contrário da empresa anterior, em que a construção modular remonta para os elementos que a constituem, a empresa *Treehouse by JULAR* do *atelier* Appleton & Domingos Arquitectos²⁹, utiliza o sistema modular na sua integridade. Aqui as casas são totalmente concebidas em fábrica e posteriormente colocadas por meios de gruas no local de edificação.

A *Treehouse* surgiu com o conceito que pretendia aliar a rapidez da construção, à construção modular à sustentabilidade e ecologia. O ideal por detrás deste conceito é a ideia de crescimento e evolução (ver a imagem a baixo), combinando módulos habitacionais com módulos pátio, possibilitando ao longo do tempo a adição ou subtracção de módulos consoante as necessidades exigidas.

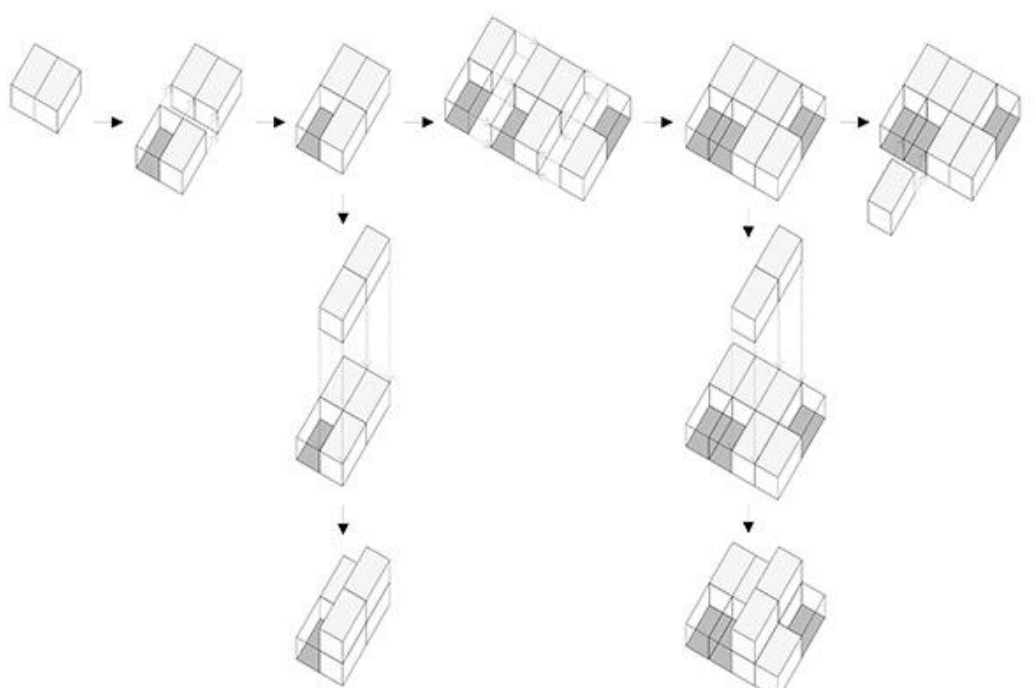


Fig. 103: Esquema de possíveis agregações de módulos *Treehouse*.
(Fonte: Appleton & Domingos Arquitectos, 2005)

²⁹ Appleton e Domingos Arquitectos é um *atelier* situado em Alvalade em Lisboa, criado em 1999 e actualmente constituído por dois sócios João Appleton (1971, Lisboa - Portugal) e Isabel Domingos (1971, Cambrige - Inglaterra).

Assim criou um módulo base de 3,30 m x 6,60 m, a partir do qual é possível através de várias configurações de diversos módulos criar a casa ideal e ao gosto de cada utilizador específico. Relativamente ao pé direito das casas, o máximo é de 2,60 m. Este tipo de construção, segundo esta malha, permite a criação de diversas tipologias, que vão desde o T0 correspondente à junção de dois módulos (ver figura 104), ao T5 correspondente à agregação de vinte módulos e possibilitando as mais ínfimas configurações possíveis de conceber através deste sistema. A razão por detrás desta malha é a exportação e o transporte dos módulos. As dimensões máximas exteriores são 3,61 m x 6,81 m (correspondentes às medidas exteriores de um módulo), medida possível de transportar num contentor de um barco e medida máxima para transporte num camião, sem ser necessário transporte excepcional. Assim, é deixada uma dimensão máxima de 3,30 m x 6,60 m para o espaço interior do módulo. No entanto, esta malha fixa não atribui monotonia aos espaços. Apesar de as casas resultarem da repetição do módulo base, é possível obter uma grande diversidade no resultado final, devido às ínfimas conjugações horizontais e verticais passivas de aplicar.

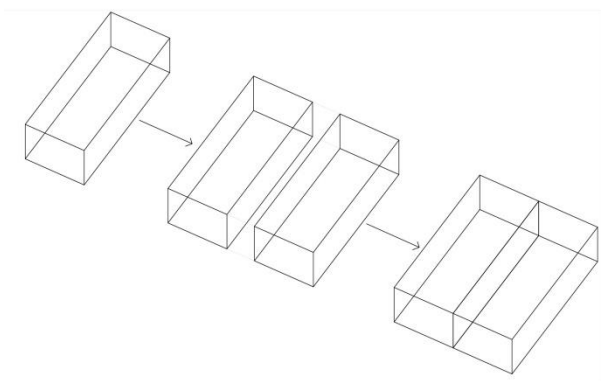


Fig. 104: Esquema da união dos módulos para obter um T0.
(Imagem elaborada pelo autor adaptada de JULAR, 2012)

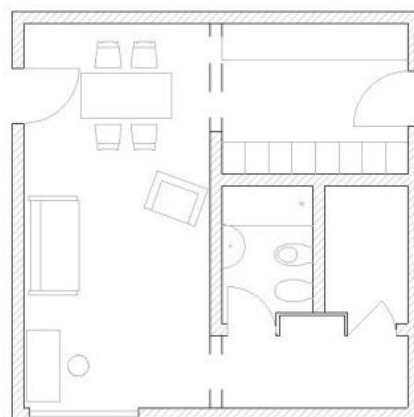


Fig. 105: Planta *Treehouse* T0.
(Imagem elaborada pelo autor adaptada de Appleton & Domingos Arquitectos, 2005)

Até ao início do ano 2018, a JULAR tinha ao dispor dos utilizadores a hipótese de testar possíveis agregações de módulos, na página *online* oficial da JULAR, de forma a criar a possibilidade de configurar uma casa. Aí, eram

apresentados quinze modelos de módulos-tipo existentes, já referenciados no capítulo anterior, ou ainda vinte e oito soluções pré-concebidas para quem não quisesse configurar o seu próprio módulo.

A partir de 2018, de forma a trazer os clientes e os curiosos à fábrica, essa opção foi retirada da Internet, convidando quem quisesse fazer esses testes e conjugações de módulos, a visitar o espaço onde a JULAR está implantada, na Azambuja. Desta forma, o cliente está mais perto dos módulos, das hipóteses de conjugações, dos arquitectos e engenheiros que trataram do projecto, podendo estes dar dicas e conselhos de forma a conseguir-se a melhor casa para cada cliente específico. Neste momento, a *Treehouse* apresenta mais do que os quinze módulos-tipo iniciais fornecidos anteriormente na Internet, tornando-se desta maneira, mais cómodo ao cliente, de maneira a estar em contacto pessoal com toda a paleta de hipóteses de módulos, podendo conjugar as diversas maquetes 3D existentes no local e podendo visitar as “*showroom*” de cada tipo de *Treehouse* existente para ser um mais fácil entendimento da sua vivência interior e organização espacial.³⁰

Outras das possibilidades fornecidas por este sistema é a possibilidade da sua agregação em altura. Neste momento, já é possível a conjugação de módulos até dois pisos de altura.

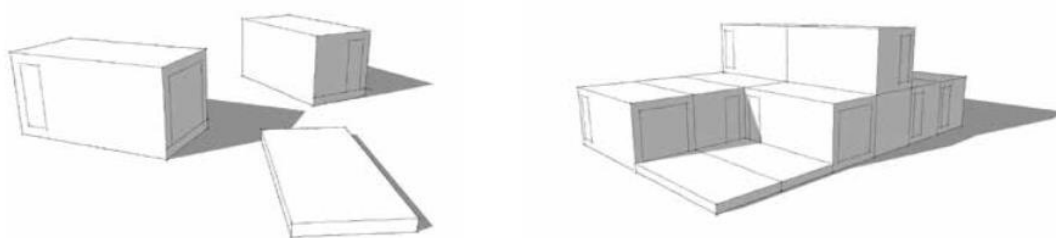


Fig. 106: Possibilidade de Agregação Vertical de Módulos- *Treehouse*.
(Fonte: JULAR, 2012)

³⁰ Informação obtida em conversa com técnico comercial da empresa JULAR *Treehouse*, Mário Catalão, na sede da JULAR na Azambuja.

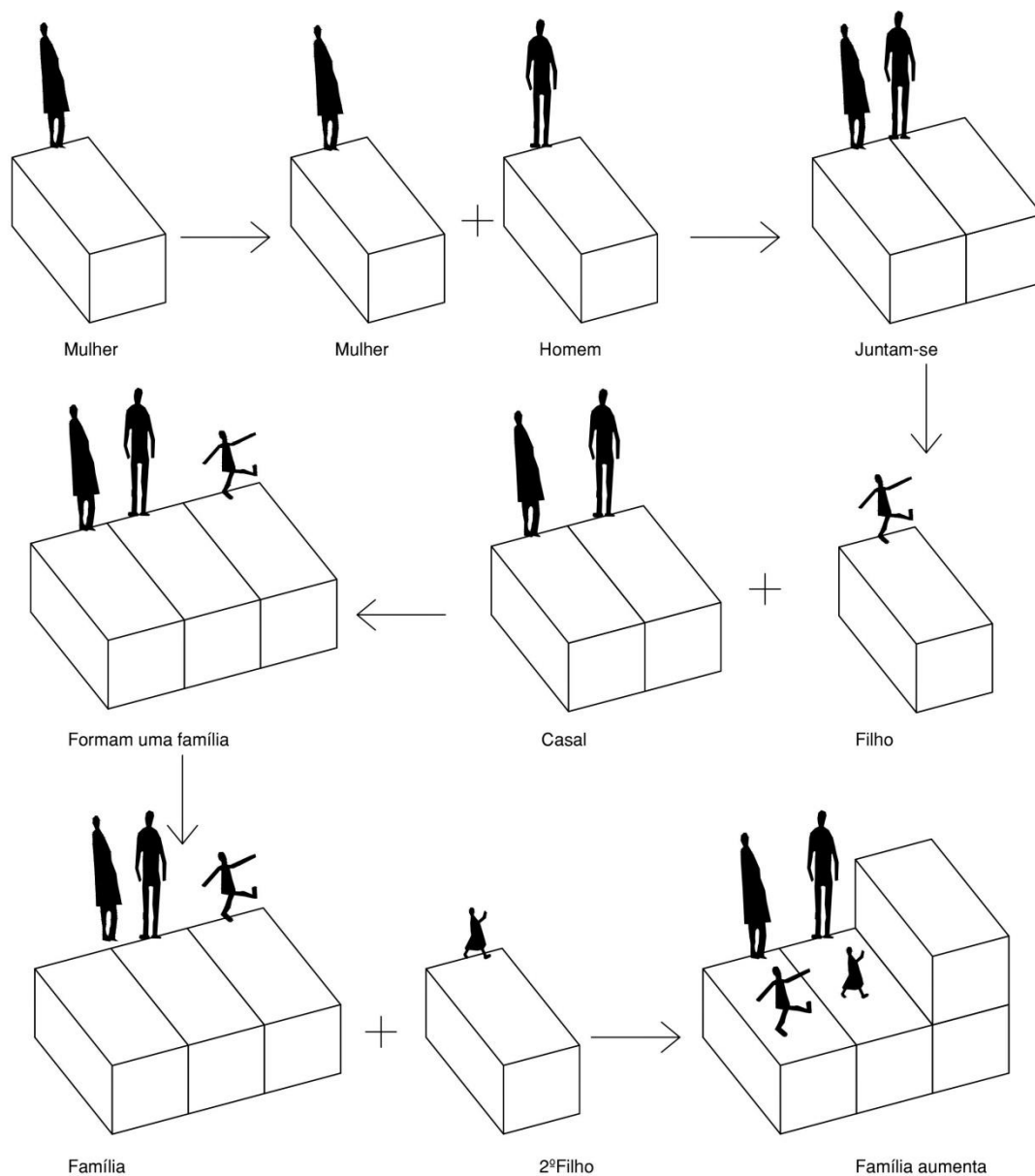


Fig. 107: Conceito evolutivo das *Treehouse* da JULAR.
(Imagem elaborada pelo autor)

A *Treehouse* apresenta um conceito evolutivo que, permite que a mesma casa possa sofrer alterações ao longo da vida, consoante as necessidades de cada família, aumentando, diminuindo ou ainda mesmo alterando a sua configuração inicial (Fig.107).

Relativamente ao material escolhido, este não é uma nova opção visto que a JULAR³¹ é conhecida pela construção em madeira desde a sua origem. Este material, como já foi referido anteriormente, é um material ecológico e sustentável. O que ainda não foi referido é que a JULAR, por cada árvore abatida para construção, planta duas árvores, garantindo a sustentabilidade das florestas.³² A empresa utiliza ainda apenas madeiras de florestas sustentáveis certificadas; no entanto, como a maioria das florestas portuguesas não são certificadas, a empresa importa a madeira que utiliza nas suas construções, entanto, como referido, a sustentabilidade do material garantida, apesar do custo da importação e deslocação. Todavia, madeira é o material que tem um saldo de carbono negativo: enquanto árvore, absorve o carbono, libertando O_2 e armazenando o CO_2 , tornando-se numa “esponja de carbono”. A madeira, além de ser um material de grande durabilidade, é um material que permite a reciclagem e a recuperação da sua energia (como mostra a figura seguinte).

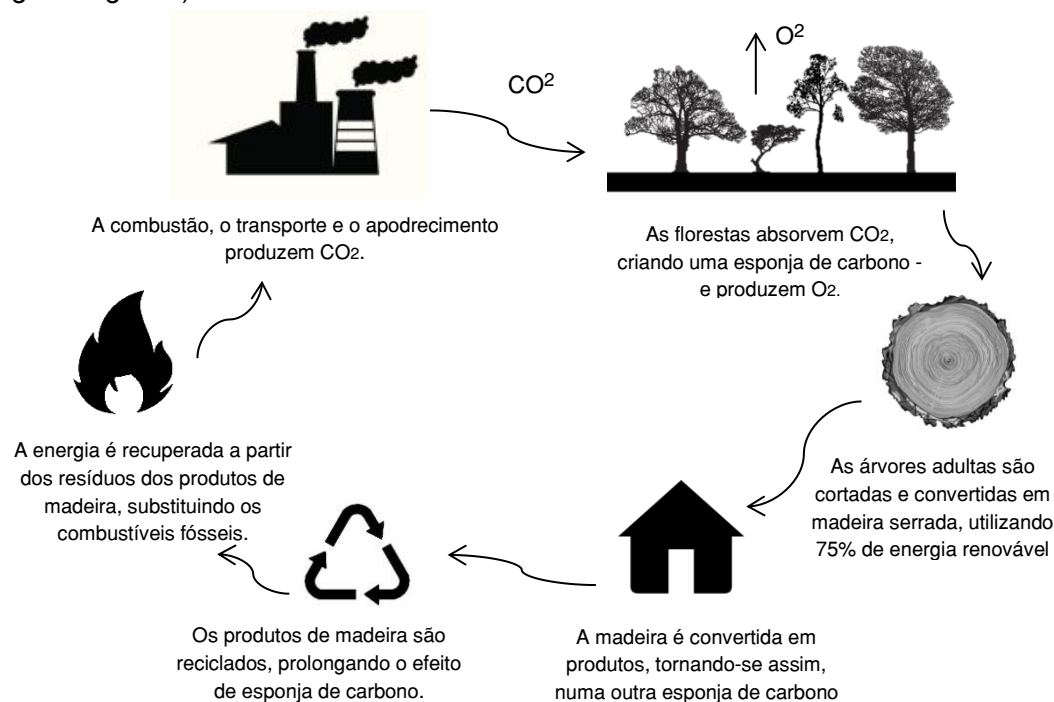


Fig. 108: Ciclo de carbono nos produtos de madeira.
(Imagem elaborada pelo autor, adaptado de JULAR)

³¹ A JULAR- Madeiras, S.A foi fundada em 1973 e a origem do seu nome provém da junção dos nomes dos seus fundadores Júlia e Amaro Santos. Em 1986, a empresa instala-se na Azambuja, local onde continua actualmente as suas funções. Em 2006, a JULAR apresenta a sua primeira *Treehouse*.

³² Informação obtida em conversa com técnico comercial da empresa JULAR *Treehouse*, Mário Catalão, na sede da JULAR na Azambuja.

A nível construtivo e de processo de fabrico, as casas *Treehouse* são feitas totalmente em fábrica e, depois de montados os módulos de 22 m², são transportados para o local de implantação onde serão unidos entre si. Há que referir que esta montagem já foi previamente feita em fábrica; no entanto, para efeitos de transporte os módulos são transportados isoladamente e ligados no local. Durante o processo em fábrica, no local de implantação são construídas as fundações (fundações que podem ser de dois tipos: em laje de betão ou numa solução mais ecológica e com um impacte nulo no local de edificação através de um geoparafuso³³. Qualquer destas fundações requer uma análise do terreno).

Quanto à construção e constituição dos módulos, estes apresentam uma elevada capacidade de isolamento acústico e térmico devido à presença de isolamento, tanto nas paredes exteriores como na cobertura e no tecto; devido também à tela impermeabilizante utilizada na caixa-de-ar de 18 cm entre a estrutura e o acabamento exterior (permite que a casa respire do interior para o exterior sem condensações e humidades) e à utilização de vidros duplos em caixilharia de alumínio com corte térmico.



Fig. 109 e 109 (i): Fachada ventilada em *ThermoWood* com caixa-de-ar de 18cm, *Treehouse Spot*. (Fotografia do autor)

A nível estrutural, as casas *Treehouse* apresentam uma estrutura de grande estabilidade em madeira Kerto (madeira micro laminada colada de Abeto Nórdico ou Pinho), uma madeira leve e de elevada resistência ou em madeira lamelada colada. No que se refere às fachadas, a JULAR disponibiliza uma grande paleta de revestimentos e acabamentos possíveis de serem aplicados; no entanto, as casas

³³ Geoparafuso, desenvolvido na Alemanha, funciona como um parafuso enroscado no terreno por uma aparafusadora especial ou por outro meio mecânico, onde posteriormente assentará a casa.

(preço disponibilizado) vêm com um acabamento *standard*, que pode ser alterado pelo cliente, se assim o desejar. Nas fachadas exteriores, os revestimentos *standards* das *Treehouses* são; *ThermoWood*³⁴ ou madeira Riga (*Treehouse* Riga). A madeira *ThermoWood* é uma madeira de grande durabilidade, que não necessita de manutenção ou tratamento; no entanto, sem tratamento, irá sofrer com os efeitos do clima, podendo sofrer alterações de pigmentação e mesmo algumas fissuras. Apesar disso, é recomendável aplicar uma protecção a cada cinco anos, como óleo ou cera natural Osmo³⁵ ou realizar outro tipo de tratamento, para garantir a durabilidade da mesma.

A JULAR, na sede industrial na Azambuja, apresenta uma casa com vista à execução de um estudo em que se realizaram, quatro tipos de acabamentos (Fig. 110 à 113). No primeiro acabamento não foi feita algum tipo de manutenção; noutro foi feita uma aplicação de um óleo natural, ao fim de cinco anos; noutro uma escovagem ao fim de cinco anos e o outro um tratamento em autoclave (como se observa nas imagens da página seguinte). As *Treehouse* são entregues com o tratamento em autoclave e é recomendável que seja aplicado a cada cinco anos, uma protecção com óleo (a escolha do óleo sobre vernizes e pinturas remete para o facto de o óleo ser absorvido pela madeira e permitir que esta “respire” e mantenha as suas características).



Fig. 110:
ThermoWood sem
manutenção.
(Fotografia do autor)



Fig. 111:
ThermoWood com
manutenção com
óleo a cinco anos.
(Fotografia do autor)



Fig. 112:
ThermoWood com
escovagem a cinco
anos.
(Fotografia do autor)



Fig. 113:
ThermoWood com
tratamento em
autoclave.
(Fotografia do autor)

³⁴ *Thermowood*® é uma madeira tratada a altas temperaturas, resultante de um processo de modificação molecular da madeira. Este processo não recorre a produtos químicos, apenas a vapor de água.

³⁵ Óleo e cera natural recomendado pela empresa JULAR, para o tratamento de madeiras exteriores.



Fig. 114 e 114 (i): Casa Modelo *Treehouse*. Na imagem à esquerda, a madeira mais escura (com aspecto queimado) não tem tratamento, a madeira mais à direita apresenta uma aplicação de óleo. Na imagem à direita, a madeira mais à esquerda foi escovada e a outra apresenta um tratamento em autoclave. (Fotografia de autor)

No entanto, a JULAR oferece outros tipos de revestimentos exteriores, como painéis fenólicos HPL com diversos acabamentos e colorações e painéis tripaca, constituídos por “três camadas de madeira coladas com adesivo aplicado a quente” (Jular,2012). As casas Riga, assim chamadas por serem revestidas a madeira Riga, pintada interior e exteriormente. A nível de pavimentos, o pavimento *standard* interior das casas *Treehouse* é em painel OSB, podendo ser aplicado outro tipo de pavimento, acrescentando valor ao preço de compra. No pavimento exterior é utilizado *deck* em *ThermoWood*, para garantir durabilidade e resistência; no entanto, a JULAR apresenta outras três soluções: NATURE (madeira maciça natural), MOSAICO (madeira maciça em forma de quadrado) e COMPÓSITO (*deck* com fibras de madeira natural, polipropileno ou PVC).

O grande objectivo das *Treehouse* é entregar as casas o mais rapidamente possível, com a melhor qualidade, tendo o menor impacte no local de construção e garantindo a sustentabilidade.

As *Treehouse* apresentam cinco anos de garantia e são entregues no máximo de 150 dias, a contar desde o primeiro dia de desenho com o arquitecto até ao dia de “chave-na-mão”. Relativamente aos pagamentos, este é feito em quatro vezes (um primeiro pagamento no acto da adjudicação de 30%, um segundo pagamento de 30% quando a cobertura é instalada em fábrica, um terceiro pagamento de 30% quando a estrutura da casa está acabada em fábrica e um último pagamento quando é entregue a chave da casa).

Actualmente, oferece quatro opções de casas modulares sustentáveis. A primeira opção são as *Treehouses* originais, uma segunda opção *Treehouses* Riga e duas opções mais económicas e com um *design* minimalista, as *Treehouse Spot* e as *SW Lodge*, conforme se pode observar nas imagens abaixo.



Fig. 115: *Treehouse Spot* Arrábida 2017.
(Fonte: www.treehouse.pt/)



Fig. 116: *Treehouse SW Lodge* Casa Modular Sintra 2016.
(Fonte: www.treehouse.pt/)



Fig. 117: *Treehouse Riga* Azambuja T1+1, 2010.
(Fonte: www.treehouse.pt/)



Fig. 118: *Treehouse Douro* T2, 2011.
(Fonte: www.treehouse.pt/)

As *Treehouse* originais são casas que apresentam capacidade evolutiva, tanto a nível vertical como horizontal, e apresentam diversas tipologias, desde o T0 com 44 m² (constituído por dois módulos) ao T4 com 418 m² (constituído por dezanove módulos).



Fig. 119: Perspectiva Exterior *Treehouse*, JULAR Azambuja.
(Fonte: www.treehouse.pt/)

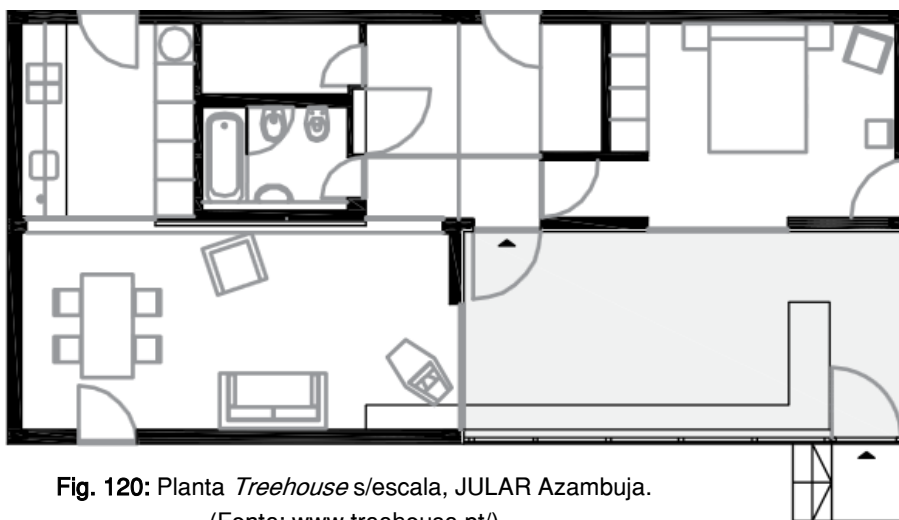


Fig. 120: Planta *Treehouse* s/escala, JULAR Azambuja.
(Fonte: www.treehouse.pt/)



Fig. 121: Vista Interior - Exterior *Treehouse*, JULAR Azambuja.
(Fonte: www.treehouse.pt/)

As *Treehouse* Riga são caracterizadas pela utilização de madeira Riga pintada nos seus revestimentos e por não apresentarem capacidade de crescimento, representando então uma casa fechada e apresentando duas tipologias T1+1 com 66 m² (quarto que pode ser extensão de sala ou, se fechado com parede amovível, ser um quarto independente) ou T2+1 com 99 m².



Fig. 122: Perspectiva Exterior *Treehouse* Riga 2012, JULAR Azambuja.
(Fonte: www.treehouse.pt/)

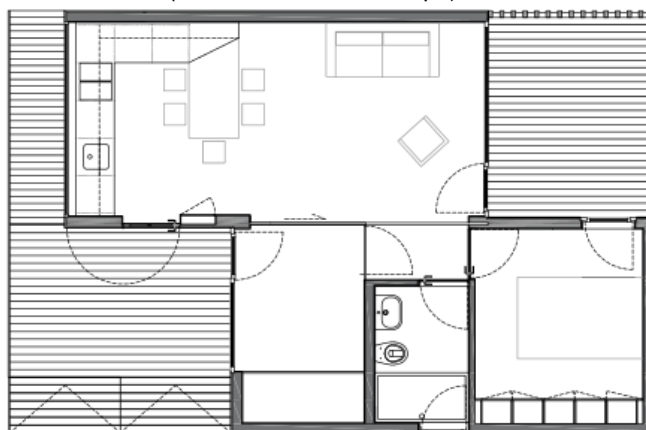


Fig. 123: Planta *Treehouse* Riga T1+1 s/escala, JULAR.
(Fonte: www.treehouse.pt/)



Fig. 124: Perspectiva Interior Quarto/Sala, *Treehouse* Riga T1+1, JULAR Azambuja.



Fig. 125: Vista Interior-Exterior *Treehouse* Riga, JULAR Azambuja
(Fonte: www.treehouse.pt/)

A *Treehouse Spot* representa a casa mais pequena vendida pela JULAR, constituída por um módulo com 22 m² Estúdio T0 (figura abaixo), com um quarto, uma zona de estar com *kitchenette*, uma casa de banho e uma zona exterior. Apresenta uma estrutura em madeira lamelada colada, pavimento em painel OBS, revestimento interior em OBS liso, na casa de banho revestimento em painel OBS com pintura hidrófuga e, nas zonas húmidas, revestimento em PVC expandido.



Fig. 126 e 126(l): Perspectivas Exteriores *Treehouse Spot* Outão, JULAR.

(Fonte: www.treehouse.pt/)



Fig. 127: Perspectiva Interior *Treehouse Spot* Outão, JULAR.
(Fonte: www.treehouse.pt/)

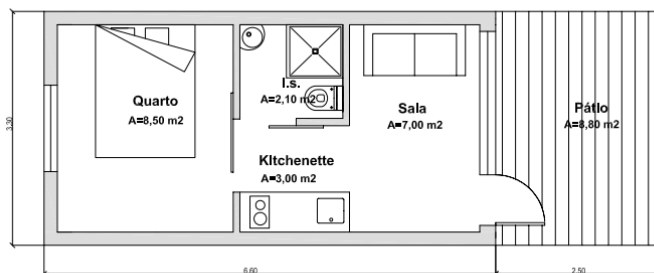


Fig. 128: Planta *Treehouse Spot* Outão, s/escala, JULAR.
(Fonte: www.treehouse.pt/)



Fig. 129: Vista Interior- Exterior *Treehouse Spot* Outão, JULAR.
(Fonte: www.treehouse.pt/)

As *SW Lodge* representam uma linha “*rustic chic*”, apresentando três tipologias, desde o T1 com 37,50 m² ao T3 com 75 m². Esta linha de *Treehouses* difere das anteriores, na medida em que as casas são construídas em fábrica e enviadas para o local em painéis que são montados no local de implantação; sendo o tempo previsto da sua montagem de 3 a 8 dias. O pavimento interior é flutuante, em melanina, e o acabamento exterior (da madeira) pode-se optar por uma velatura com pigmentação.



Fig. 130: Perspectiva Exterior *SW Lodge* Zambujeira do Mar, JULAR.
(Fonte: www.treehouse.pt/)



Fig. 131: Perspectiva Interior *SW Lodge*, JULAR. (Fonte: www.treehouse.pt/)



Fig. 132: Vista Interior-Exterior *SW Lodge*, JULAR.
(Fonte: www.treehouse.pt/)

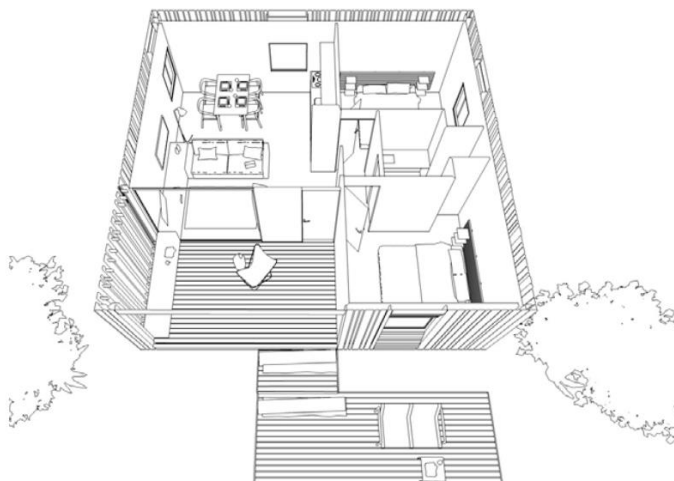


Fig. 133: 3D *SW Lodge*, JULAR. (Fonte: www.treehouse.pt/)

7.2.1 *TREEHOUSE* RIGA T1+1, GUINCHO

A nível de sustentabilidade de construção, esta casa apresenta o mesmo grau de sustentabilidade de qualquer modelo Riga existente da JULAR; no entanto, é necessário ter em conta a localização da mesma. Apesar de o impacto no terreno ser reduzido, a localização desta dificulta o transporte dos módulos, tendo sido necessário, neste caso, recorrer a uma grua para a colocação do modelo no terreno, visto que é um local de difícil acesso e os camiões não conseguiam lá chegar. Neste caso, não só foi necessário um maior investimento a nível económico (uma vez que para a colocação da casa no terreno), como também a nível de tempo e energia, é despendido muito mais do que se o local fosse de fácil acesso.

Outra das questões a ter em conta, nesta obra especificamente, são as acessibilidades e as ligações das infra-estruturas à rede urbana. O facto de esta casa ser isolada relativamente ao resto da vila, diminui a facilidade de acesso ao local e a distância aos equipamentos públicos mais próximos; no entanto, a casa não é auto-sustentável e encontra-se ligada às redes de infra-estruturas urbanas.

Apesar de ser uma casa sustentável, esta casa especificamente, não apresenta sistemas activos ecológicos de aquecimento de água ou de fornecimento de energia, bem como sistema de captação de águas pluviais para sua posterior reutilização.

A sustentabilidade foca-se também na sua componente social. Neste caso, o acesso para pessoas de mobilidade condicionada também não foi um ponto de foco neste projecto em específico, visto que o acesso ao local da casa não é pavimentado sendo difícil a acessibilidade de cadeiras de rodas e a entrada para a casa é feito por um acesso em escadaria de madeira (por escolha do cliente). Porém, a *Treehouse* Riga apresenta em catálogo a opção de uma rampa de acesso ao invés da escada.



Fig. 134: Deck *Treehouse* Riga Guincho, JULAR.
(Fonte: www.treehouse.pt/)

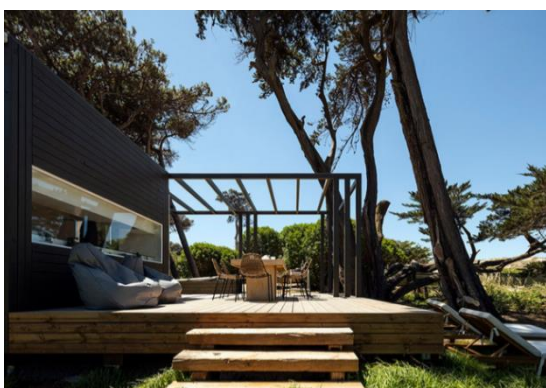


Fig. 135 e 135 (i): Escada de Acesso à Casa *Treehouse* Riga, JULAR.
(Fonte: www.treehouse.pt/)



Fig. 136 e 136 (i): Inserção de difícil acesso, Guincho, *Treehouse* Riga, JULAR.
(Fonte: www.treehouse.pt/)



NOME: MIMA *Light*

LOCALIZAÇÃO: Viana do Castelo

ANO DE CONSTRUÇÃO: 2015

EMPRESA: MIMA *Housing* + Portilame

7.3. MIMA *HOUSING*

A empresa MIMA *Housing* foi pelos Arquitecto Mário Rebelo de Sousa³⁶ e Marta Rondão³⁷, em 2011, com o propósito de criar uma arquitectura que pudesse ser acessível a todos, prática e rápida.

A primeira ideia deste projecto foi “tentar perceber de que forma nós podíamos simplificar os processos, tanto ao nível da concepção como ao nível da construção”³⁸. Assim, adoptaram o sistema modular, de forma a responder a esta necessidade de uma construção imediata. Primeiramente, o objectivo era encontrar uma arquitectura, em substituição da arquitectura tradicional, que oferecesse as mesmas condições que uma construção tradicional, com a melhor qualidade, os melhores materiais a um preço acessível; porém, tal, como proferido pela própria Marta Rondão, esta era uma ideia um pouco *naïve* visto que os próprios materiais apresentam um custo associado, tal como a qualidade construtiva. Logo, surgiu a ideia de uma construção de casas pequenas em madeira, com uma malha e uma linguagem própria que permitia a construção de uma arquitectura simples, mas eficaz. Esta grelha permite o controlo das dimensões interiores dos compartimentos e a racionalização desses mesmos espaços. Através da repetição dos seus módulos é possível a variação de espaços confortáveis, sistemáticos e amovíveis.

A ideia inicial da primeira casa MIMA *Housing* foi a criação de espaços interiores flexíveis, utilizando paredes interiores não fixas, permitindo através de calhas o seu deslocamento e possibilitando assim a adaptabilidade e a modificação dos espaços interiores. Apesar desta ideia não ser original da empresa, a utilização deste sistema com paredes rotativas possibilitava alterar os espaços interiores com um movimento de rotação, podendo ser retirados ou acrescentados, de forma alterar os espaços à medida das necessidades de quem os vivencia. Apesar de esta ter

³⁶ Mário Rebelo de Sousa, arquitecto português fundador da empresa MIMA *Housing*, juntamente com a arquitecta Marta Rondão e o engenheiro informático Miguel Matos. Estudou na Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto. Em 2007, começou a trabalhar na Suíça, onde ficou vários anos. Em 2011, fundou a empresa MIMA com sede em Portugal.

³⁷ Marta Rondão, arquitecta portuguesa, fundadora de empresa MIMA *Housing* com Mário Sousa. Estudou na Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto. Entre 2008 e 2012, trabalhou na Suíça.

³⁸ Informação obtida verbalmente, em conversa com a arquitecta Marta Rondão, a 2 de Julho de 2018.

sido uma ideia bem recebida por parte do público, não passou de uma experiência, pois na realidade embora a ideia de espaços interiores alteráveis seja uma ideia original e interessante, o cliente comum quer uma casa com espaços definidos e fechados. Outra questão que se levantava com estas paredes amovíveis era uma questão de conforto acústico, porque uma parede que corre sobre calhas, tal como uma janela de correr, tem uma menor eficiência tanto energética como acústica, uma vez que o som consegue atravessar facilmente os espaços.



Fig. 137 e 137 (i): Interior da MIMA House com painéis amovíveis, MIMA.
(Fonte: www.mimahousing.com)



Fig. 138: Colocação de um painel amovível interior, MIMA House.
(Fonte: www.mimahousing.com)

A MIMA definiu uma malha inicial que considerou a mais eficaz, com 1,50 m x 1,50 m. Porém, actualmente, após alguns ajustes, esta grelha aumentou 10 cm, sendo que os módulos são agora de 1,60 m x 1,60 m (Fig.139).

“A questão do 1,60 m tem a ver por exemplo com o facto de, quando nós temos um armário de 60 cm, temos um metro livre para o corredor; depois, conseguimos fazer as paredes e, posteriormente quando temos portas, conseguimos também encaixar aqui no metro livre.”³⁹

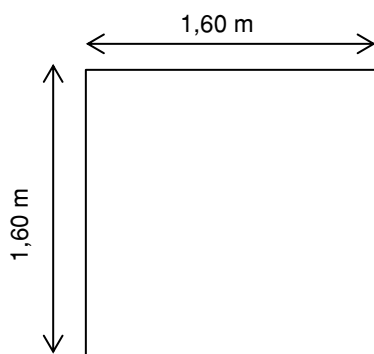


Fig. 139: Dimensão módulo base 1,60 m x 1,60 m – MIMA.
(Imagem elaborada pelo autor)

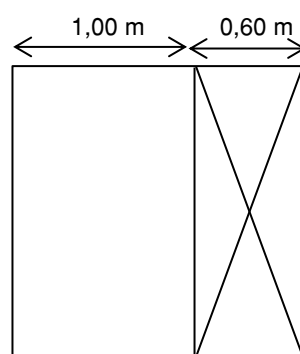


Fig. 140: 1m de unidade de passagem + 0,60 m de armários - Módulo base MIMA.
(Imagem elaborada pelo autor)

A ideia desta malha é que com a junção de quatro destes módulos se consiga criar um espaço habitável de 10,24 m², dimensões mínimas de habitabilidade de um quarto. Com um módulo de 1,60 m x 1,60 m consegue-se um espaço com uma área de 3,20 m², área para de uma casa de banho de serviço, no entanto se for desejável acrescentar uma área de duche/banheira, acrescenta-se mais um módulo (1,60 m dimensões de base de chuveiro) ficando com uma área de 5,12 m² (Figura 141).

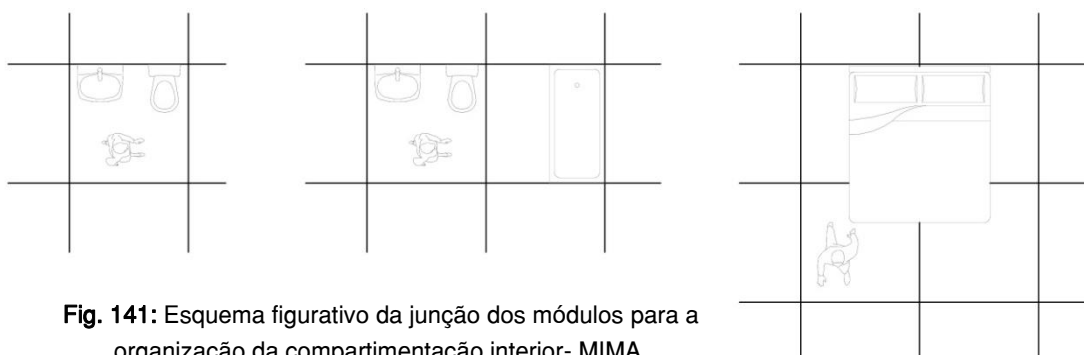


Fig. 141: Esquema figurativo da junção dos módulos para a organização da compartimentação interior- MIMA.
(Imagem elaborada pelo autor)

³⁹ Informação obtida verbalmente, em conversa com a arquitecta Marta Rondão, a 2 de Julho de 2018.

O sistema estrutural em pilar viga permite uma libertação do espaço interior, de forma a este ser mais fluido e amplo.

Relativamente às fachadas, os vãos foram pensados de forma a proporcionar uma relação entre o interior e o exterior, de forma a expandi-lo para o exterior, dando a ilusão de o espaço ser maior do que aquilo que aparenta. Assim, considerando a malha de 1,60 m por 1,60 m, os vãos apresentam a dimensão de 1,60 m por 2,40 m (altura máxima do pé direito). Estes enormes vãos podem ser fechados através de painéis amovíveis, que modificam a fachada da casa e a entrada de luz ainda pode ser bloqueada através de cortinas interiores ou estores exteriores, escolha feita pelo cliente.



Fig.142: Fachada da MIMA House- vãos exteriores.

(Fonte: www.mimahousing.com)



Fig.143: Fachada MIMA House- Painéis exteriores.

(Fonte: www.mimahousing.com)

Comparativamente aos casos de estudo analisados anteriormente, a MIMA Housing não pressupõe um crescimento das casas vendidas (nem verticalmente nem horizontalmente). É possível, inicialmente, as casas serem projectadas de forma a terem dois pisos; no entanto, este não pode ser um acrescento feito posteriormente.

Já em relação aos materiais estruturais, também ao contrário das outras empresas mencionadas nos casos de estudo, a MIMA Housing não dá preferência à madeira sobre os outros materiais de construção. A utilização da madeira prevalece sobre os outros materiais, na medida que permite uma construção mais rápida e ecológica, no entanto esta não é a única escolha ou opção. A MIMA apresenta construções em betão e alvenaria de blocos de betão; contudo, este tipo de construção é mais demorada do que a construção modular em madeira.

“Nós também não somos uns defensores da madeira. Nós somos arquitectos e queremos fazer boa arquitectura.”⁴⁰

O mesmo se passa quando se fala das fundações. Na MIMA são oferecidas duas possibilidades para as fundações: estacaria em madeira e fundações em betão. A escolha das fundações a utilizar não passa apenas pelo cliente; mas também pelos engenheiros da MIMA; tendo de ser realizado um estudo do terreno de implantação, de forma a saber qual o tipo de fundação indicada para aquela localização específica. As fundações em madeira podem ser utilizadas se o terreno for suficientemente estável e não puser em causa a segurança da casa e dos seus habitantes. Estas fundações são as mais ecológicas e com menor impacto no terreno de implantação, permitindo que a casa seja retirada e movida para outra localização, deixando o espaço de implantação inicial como se encontrava originalmente.



Fig. 144: Estrutura da Casa MIMA com fundações em estacaria em madeira.
(Fonte: www.mimahousing.com)

A constituição das paredes, acabamentos e revestimentos das variadas casas MIMA será abordado mais à frente e de forma individualizada, consoante o modelo em questão.

No que toca às tipologias oferecidas estas vão do T0 de 62 m², a tipologias com quase 400 m², ambas seguindo a malha organizacional interior de 1,60 m por

⁴⁰ Informação obtida verbalmente, em conversa com a arquitecta Marta Rondão, a 2 de Julho de 2018.

1,60 m. As tipologias das casas MIMA vão para o terreno em peças e são montadas posteriormente no local à excepção da MIMA *Light*, que vai já completa para o local. Estas casas podem transportar-se em camiões, directamente para os locais devido à sua forma e dimensões que permitem não exceder as dimensões permitidas para transporte completo em estrada (6 m, 9 m e 12 m).



Fig. 145: Tipologias MIMA: à esquerda, MIMA *House Loft* 1-62 m²; ao centro, MIMA *Mass* 3.0 -141 m²; à direita, MIMA *Essential* 4.0-186 m².
(Fonte: www.mimahousing.com)

As casas MIMA apresentam uma garantia de cinco anos, que se aplica a problemas construtivos. No entanto, todas as casas MIMA apresentam um plano de manutenção, que é entregue ao cliente. Esta manutenção pode ser feita por parte dos trabalhadores da MIMA; porém, esta tem um determinado valor que não está incluído na garantia. A manutenção exigida depende da materialidade exterior da casa, dos tratamentos escolhidos, pinturas e velaturas aplicados.

O tempo de construção destas casas depende em muito do modelo, tipologia, materialidade, complexidade do projecto e do tempo da aprovação e licenciamento por parte da câmara. No entanto, o tempo mínimo entre o *design* do projecto e a entrega da casa é de seis a nove meses. O preço das casas ronda os 1000 euros/m², excluindo o ar condicionado, sistema de aquecimento, painéis solares, equipamentos, fundações, levantamento topográfico e termoacumulador. O preço do transporte das casas não aumenta consoante a deslocação, esses custos são assegurados pela empresa e em nada não modificados pelo local de implantação dentro de Portugal Continental. O pagamento é feito em quatro fases,

acompanhando o processo de construção de uma casa MIMA (como se pode observar na figura abaixo).

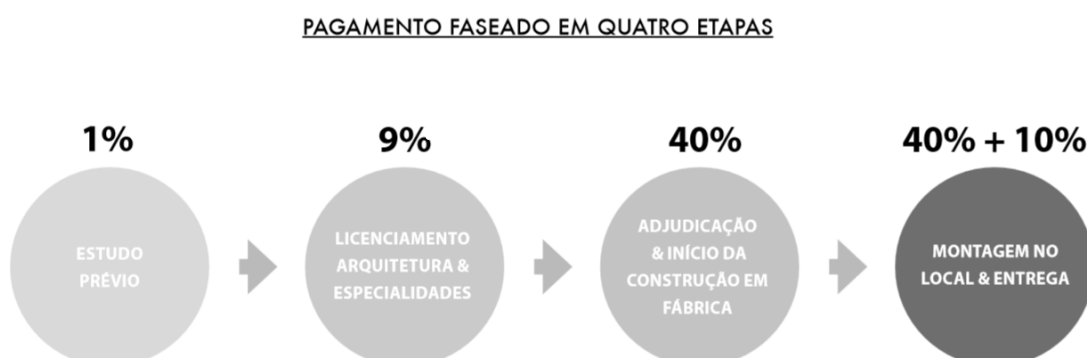


Fig. 146: Quatro etapas de processo e consequentes fases de pagamento, MIMA.

(Fonte: www.mimahousing.com)

Relativamente às vantagens deste sistema de construção, para além da economia de tempo e de um processo transparente e claro inerentes a qualquer projecto de construção modular, é sem dúvida o facto de ser a própria empresa a tratar de todo o processo, não só apenas do projecto de arquitectura.

“Nós tratamos do projecto até ao momento em que a casa lhe é entregue.”⁴¹

Se o cliente optar pela construção em madeira, a essa construção estão associadas todas as questões de sustentabilidade garantidas pelo material em si, a sua leveza e facilidade de manuseamento, a sua elevada resistência, a rapidez de construção, que permitem, a sensação de conforto que o material transmite e a sua capacidade de isolamento térmico e acústico do espaço.

⁴¹ Informação obtida verbalmente, em conversa com a arquitecta Marta Rondão, a 2 de Julho de 2018.

O catálogo oferecido pela MIMA *Housing* apresenta quatro modelos com diferentes tipologias: MIMA *House*, MIMA *Essential*, MIMA *Light* e MIMA *Mass* (ver imagens abaixo).



Fig. 147: Modelos MIMA: no canto superior esquerdo, MIMA *House*; no canto superior direito, MIMA *Essential*; no canto inferior esquerdo, MIMA *Light* e no canto inferior direito, MIMA *Mass*.
(Fonte: www.mimahousing.com/)

Apesar de todos os modelos seguirem a mesma regra, relativamente à malha e módulo de 1,60 m, diferem nas suas características, materialidades e complexidade.

Embora as MIMA sejam constituídas por fachadas com grandes vãos que permitem a ventilação natural transversal, permitindo a ventilação e renovação do ar interior de forma passiva e garantindo a qualidade do ar, sem ser necessário recorrer a meios activos para o fazer, as MIMA fornecem ainda um conjunto de opções extra de aquecimento e arrefecimento dos espaços internos. Apresentam a possibilidade de incorporação de caldeira, painéis solares, pavimento aquecido entre outros, como se pode observar nas imagens que se seguem.

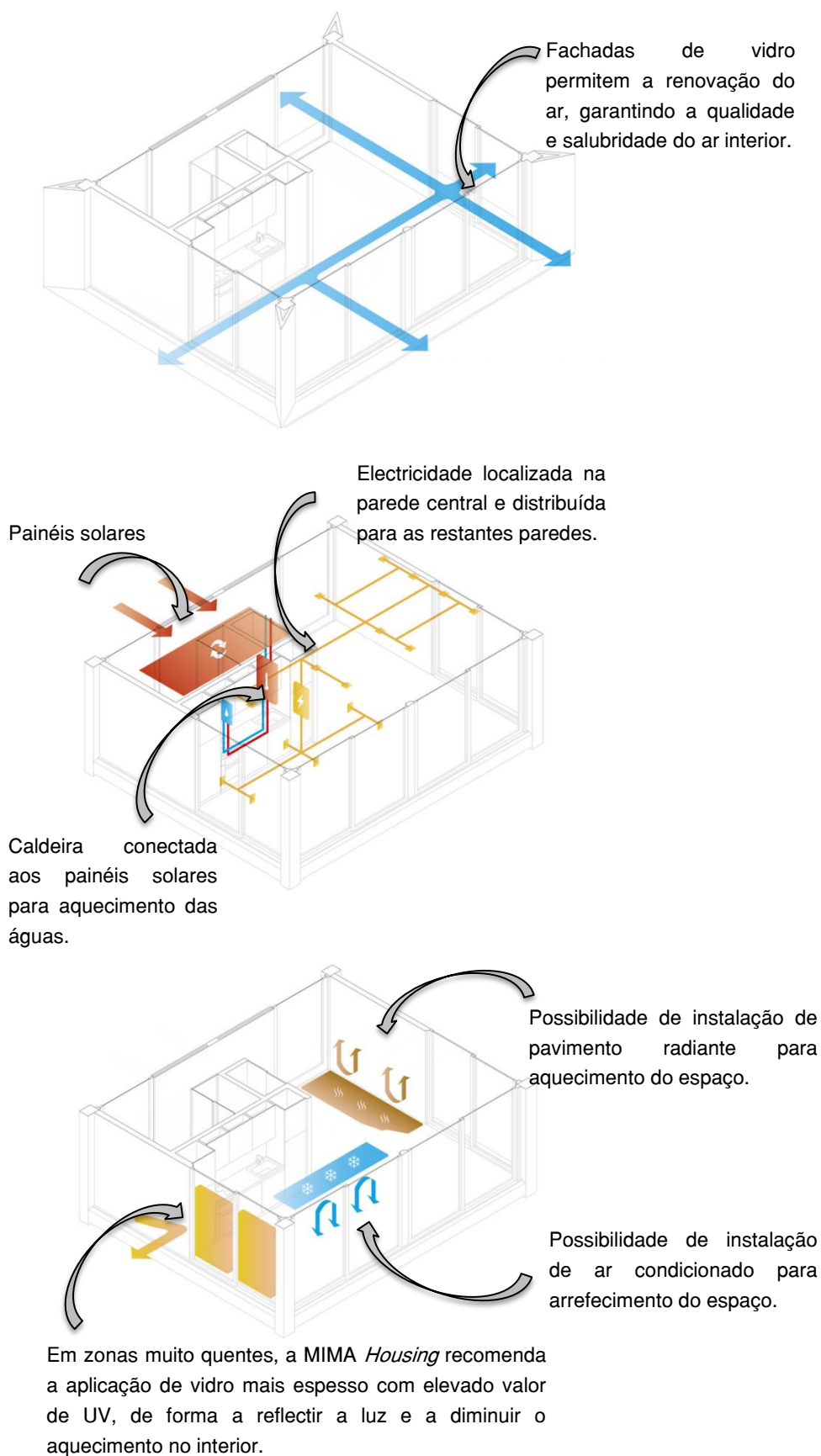


Fig. 148: Esquema de sistemas de aquecimento e arrefecimento dos espaços internos.
(Elaborado pelo autor, adaptado de www.mimahousing.com)

A MIMA House, primeira casa modelo, foi o projecto pelo qual a empresa MIMA começou a sua jornada. Com a ideia de adaptabilidade e flexibilidade criaram uma casa branca com um *design* simplista, com quatro fachadas similares, com grandes vãos em vidro temperado que permitiam o contacto automático entre o interior e o exterior. Esta casa é constituída por uma estrutura em madeira Pinho lamelada, com uma cobertura em painel sandwich com poliestireno extrudido e lâ de rocha, janelas com caixilhos em madeira ou alumínio (observar figura abaixo), paredes revestidas por compósito cimentício e resinoso de alta densidade aplicado em malha de tração pintada e com pavimento em madeira natural. Existem diversos acabamentos possíveis para esta casa, entre madeiras naturais, cerâmicos, pedra, painéis de gesso entre outros.

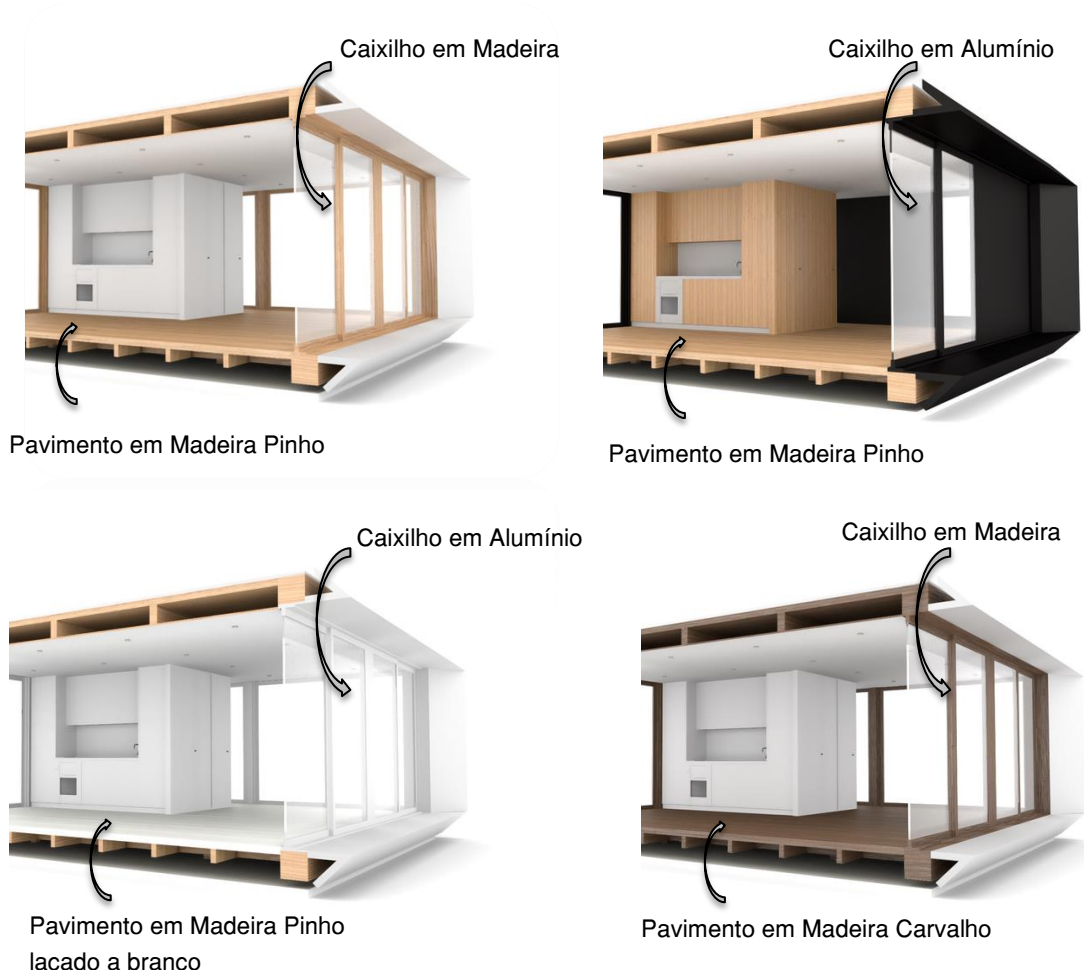


Fig.149: Exemplos de acabamentos MIMA House.
(Fonte: www.mimahousing.com)

Apesar de este modelo poder ser personalizado à medida e gosto do cliente, o catálogo MIMA oferece 10 tipologias pré-definidas desde o *Loft* com 62 m² ao T4 com 211 m². Dentro de cada tipologia, a MIMA oferece diferentes disposições *standard*, ou seja, apresenta mais do que uma opção na mesma tipologia e modelo. Apesar de se restringir à malha de 1,60 m por 1,60 m a MIMA disponibiliza a agregação de forma diferenciada dos diferentes módulos, tornando cada casa única na sua planta e fachada (como se observa na figura 150 e 151).

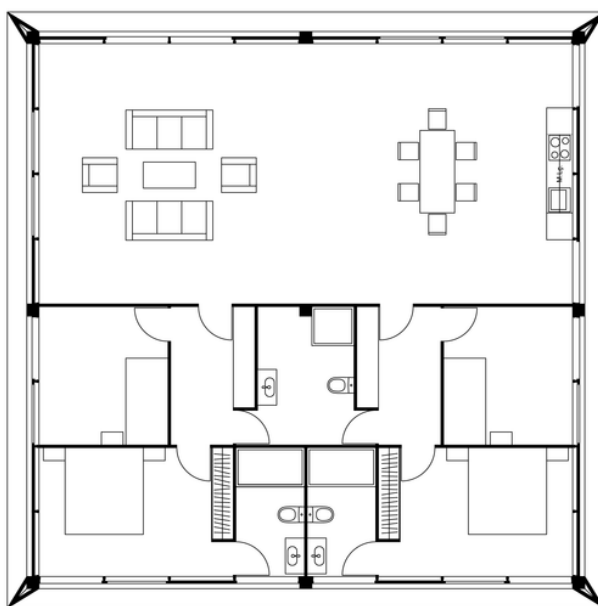


Fig. 150: Planta de tipologia MIMA *House 4.0* T4 com 211 m².
(Fonte:www.mimahousing.com)

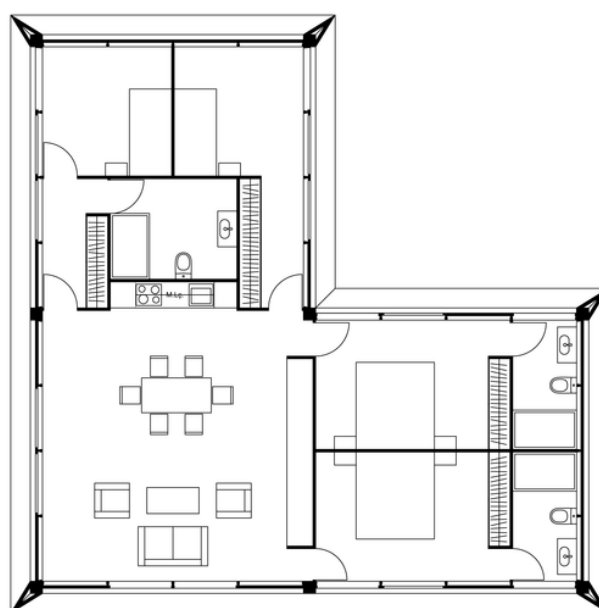


Fig.151: Planta de tipologia MIMA *House 3.0* T4 com 167 m².
(Fonte:www.mimahousing.com)

A MIMA *House* original de cor branca apresenta a capacidade de adaptabilidade. Neste primeiro modelo foi criado um sistema de calhas interiores (como se observa na figura 152) que permite a modificação dos espaços interiores, criando diferentes ambientes, tornando o espaço mais amplo ou recôndito.



Fig.152: Calhas internas para deslocação dos painéis interiores (malha de 1,60 m).
(Fonte: www.mimahousing.com)



Fig.153: Fachada MIMA *House* original branca com caixilhos em madeira.
(Fonte: www.mimahousing.com)

A MIMA *Essential* surgiu inicialmente como um projecto particular para o *designer* Philippe Starck⁴². Esta casa (em parte similar com a MIMA *House* em planta), apresenta-se com um projecto simplista e natural que privilegia a integração da arquitectura no meio onde se insere. Projectada para não danificar ou ter impacto no terreno de implantação, a MIMA *Essential* apresenta linhas puras, com grandes vãos, de forma a intensificar a relação do habitante com a Natureza que o rodeia. Esta casa é caracterizada pelos espaços amplos e pela elevada luminosidade que penetra o espaço, reduzindo a necessidade de iluminação artificial durante o dia.



Fig. 154: MIMA *Essential*, espaço interior: divisão em vidro, criando ligação visual entre os espaços e garantindo uma forte luminosidade dos mesmos.
(Fonte:www.mimahousing.com)

De forma a garantir o mínimo impacto possível no terreno, foi inserida no local com estacaria de madeira, permitindo que possa ser retirada, deixando o local com aspecto de como se nunca tivesse ali estado (Fig.155).

“ (...) *Essential*, com estacaria de madeira (...) como a ideia potencialmente é aquela casa sair do terreno e ele ter de ficar exactamente como estava, justificou-se nesse caso”.⁴³



Fig. 155: MIMA *Essential*/fundações- estacaria em madeira.
(Fonte:www.mimahousing.com)

⁴² Philippe Patrick Starck, nascido a 18 de Janeiro de 1949 é um *designer* francês que, em parceria com a MIMA, desenvolveu e projectou a sua casa particular, permitindo a criação de uma nova linha de produtos MIMA- MIMA *Essential*.

⁴³ Informação obtida verbalmente, em conversa com a arquitecta Marta Rondão, a 2/06/2018.

A nível de materialidade, a estrutura da casa, tal como na *MIMA House*, é em madeira laminada em Pinho ou Carvalho, com cobertura em painel sandwich com XPS e lã mineral. Também seguindo a lógica da *MIMA House*, o pavimento poderá ser em madeira natural Pinho ou Carvalho ou com uma pintura lacada. As vigas podem estar à vista, garantindo a vista sobre a estrutura de madeira ou pode existir um tecto falso em madeira contraplacada pintada. Neste modelo específico, as fachadas são em madeira Pinho ou Carvalho, com diferentes configurações, dependendo da escolhida pelo cliente e os vãos em vidro temperado estão inseridos em caixilhos de madeira, também no mesmo tipo de madeira (observar figuras abaixo).

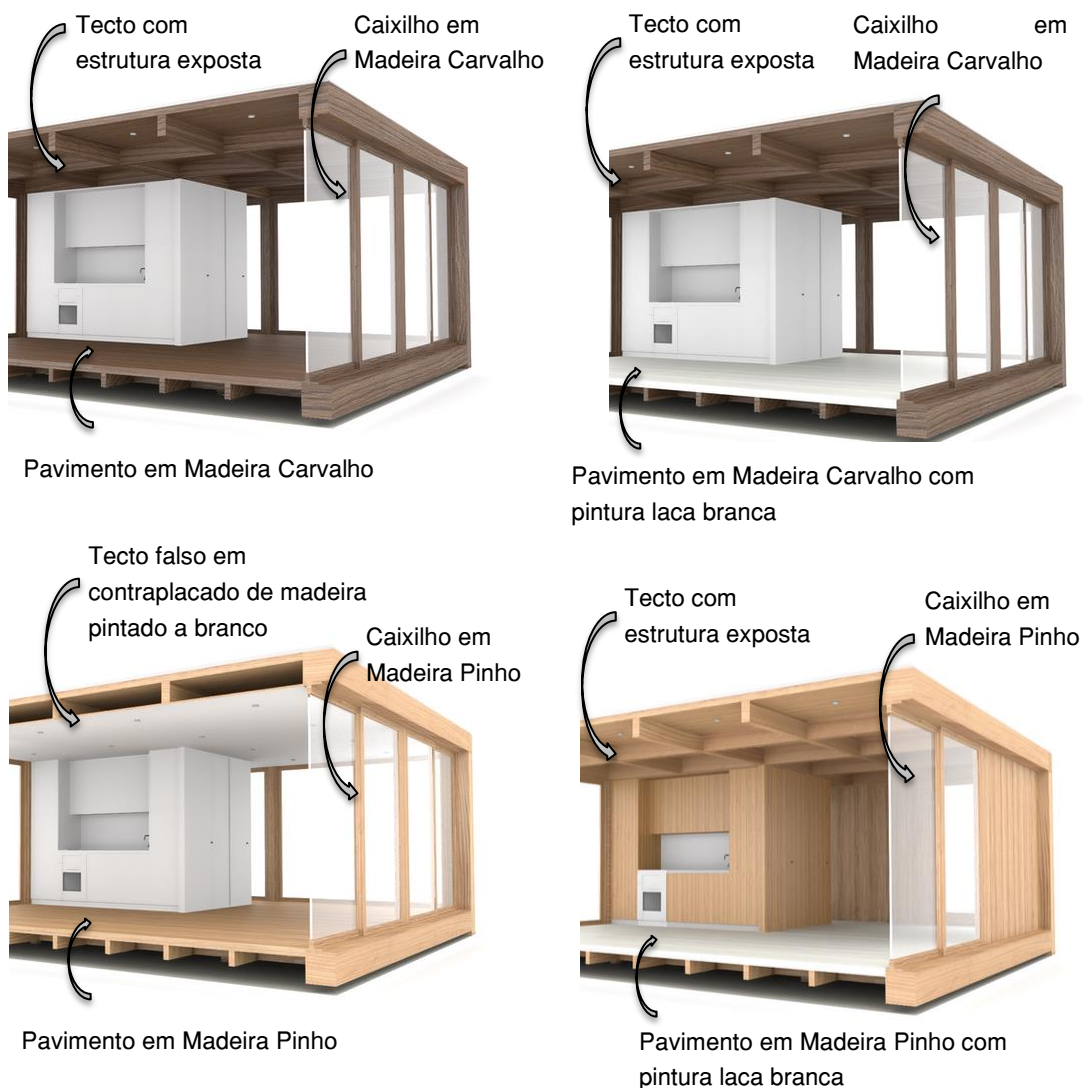


Fig. 156: Exemplos de acabamentos *MIMA Essential*.
(Fonte: www.mimahousing.com)

A MIMA *Light* apesar de diferente no conceito base e no seu transporte, segue o mesmo princípio dos módulos e grelha que qualquer outra MIMA. Concebida para ser um modelo fixo e não personalizável, a MIMA *Light* apresenta-se como uma casa mais pequena e minimalista, que parece flutuar acima do solo, devido ao revestimento da sua base ser em espelhos que reflectem a sua envolvente.

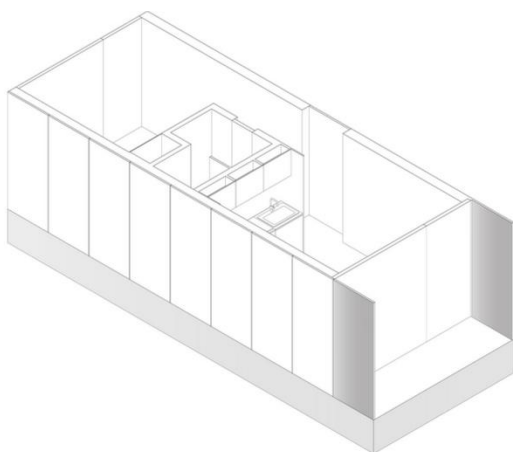


Fig. 157: MIMA *Light*: revestimento exterior base em espelhos – dando ideia de estar a levantar devido à reflexão do ambiente envolvente.

(Fonte: www.mimahousing.com)

Interiormente, a casa é revestida a madeira pinho que conjugada com uma decoração minimalista, proporciona um sentimento de conforto interior. Mais uma vez, tal como em qualquer casa MIMA, existe uma enorme preocupação entre a ligação interior e o exterior, garantida pelos enormes vãos longitudinais (Fig.158).



Fig. 158: Fotografias do interior da MIMA *Light*, de oito módulos.

(Fonte: www.mimahousing.com)

A MIMA *Light* apresenta um sistema estrutural em “*Wood-frame*”, sistema de parede de madeira estrutural, fundações em estacaria de madeira Pinho Silvestre. O revestimento exterior é em painéis de alumínio e a base, como já referenciado, é revestida por espelhos. As paredes exteriores e o pavimento são constituídos por painéis sandwich com OBS, barreira de vapor, lã mineral e CLT, bem como a cobertura a que apenas acresce um painel de alumínio exterior para dar continuidade à fachada. As janelas são em vidro laminado escurecido, ocupando as dimensões de um módulo, dando continuidade à fachada em alumínio.

Neste caso, o revestimento exterior será sempre em painéis de alumínio; no entanto, a cor deste alumínio pode variar, de acordo com a integração no espaço desejada (Fig.159).

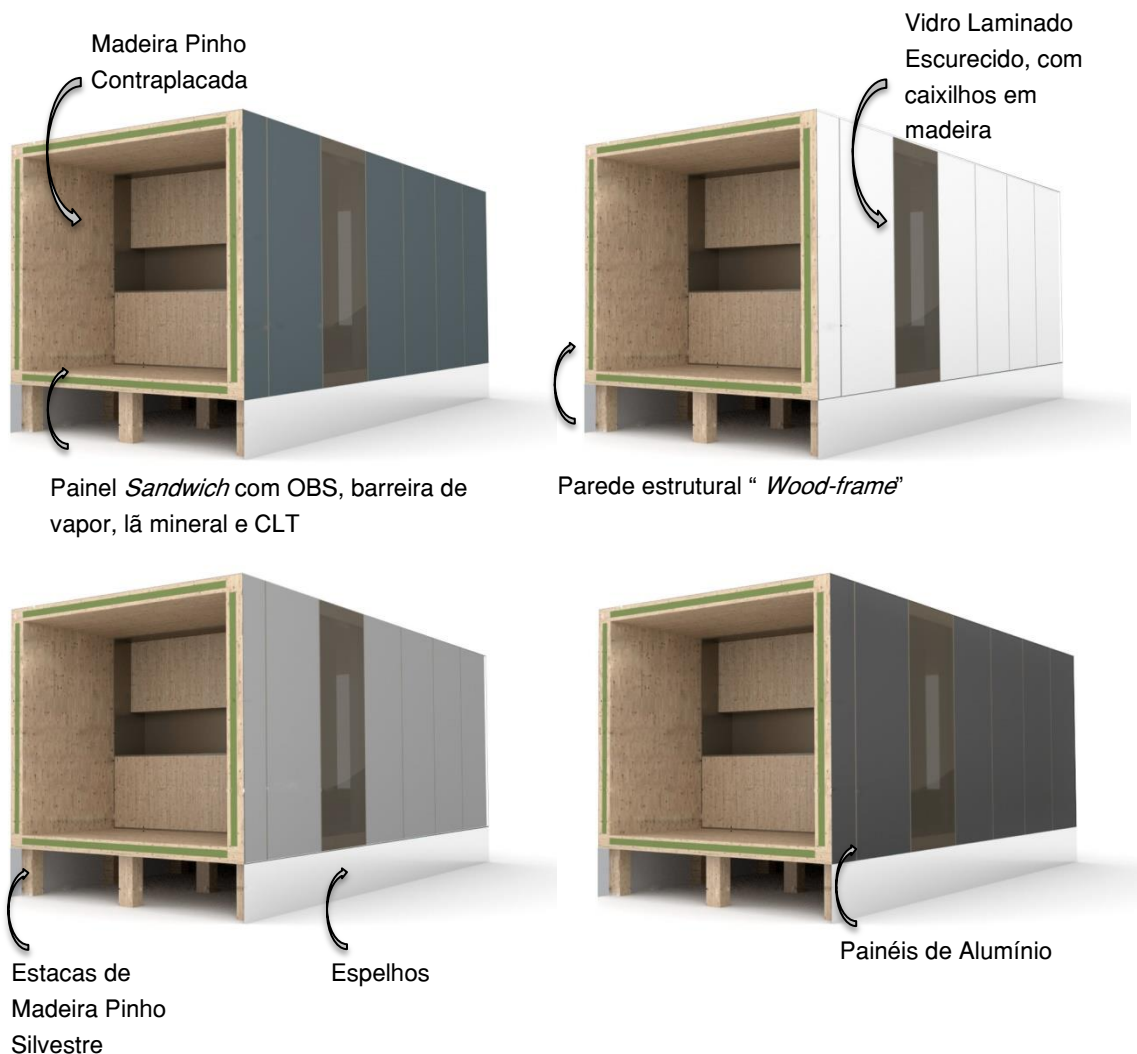


Fig.159: Materialidades da MIMA *Light*.
(Fonte:www.mimahousing.com)

Actualmente estão disponíveis quatro tipologias deste modelo de casa (como se pode observar na figura 160): uma com seis módulos - *MIMA Light*, um com sete módulos, um com oito módulos e um maior com nove módulos - *MIMA Light Plus*.

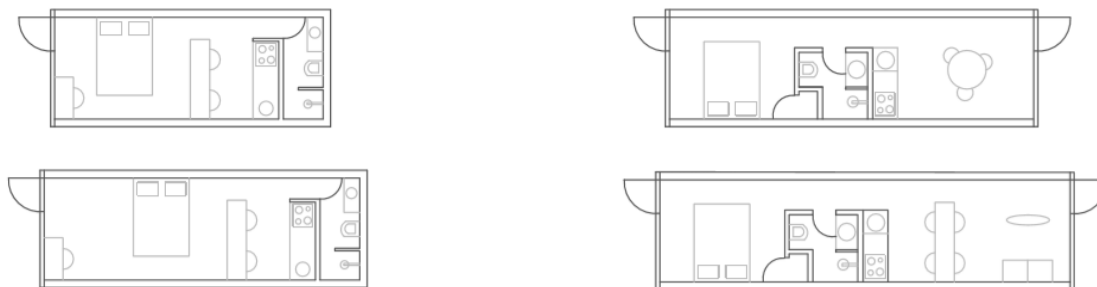


Fig. 160: Tipologias *MIMA Light*; No canto superior esquerdo, *MIMA Light*- 21,60 m², no canto superior direito, *MIMA Light*- 28,80 m²; no canto inferior esquerdo, *MIMA Light*- 25,20 m² e no canto inferior direito, *MIMA Light Plus*- 32,40 m².

(Fonte:www.mimahousing.com)

Ao contrário de qualquer outra *MIMA*, a *MIMA Light* é uma casa que é construída e montada em fábrica e depois transportada pronta e completa, directamente para o terreno de implantação.

Apesar de a ideia inicial deste produto ser a de um produto fechado não personalizável, actualmente ele também possibilita algumas alterações ao gosto do cliente (ver as possibilidades de personificação em Anexos).

“À partida não deveria ser, porque era um produto diferente e deveria ser um produto fechado, em que não houvesse muitas possibilidades de customização, mas na verdade os clientes querem sempre coisas diferentes.”⁴⁴

⁴⁴ Informação obtida verbalmente, em conversa com a arquitecta Marta Rondão, a 2 de Julho de 2018.

A MIMA *Mass* é o mais recente produto da MIMA *Housing*, mais flexível e talvez o mais sustentável de todos. Neste modelo a eficiência energética do espaço interior é superior, em comparação com as linhagens de produtos interiores, devido à presença de um maior isolamento, e à preocupação com a orientação solar, utilizando-se palas, estores e vidros com protecção solar nas zonas onde é necessário sombreamento; garantindo, no entanto, a entrada de luminosidade no Inverno.



Fig. 161: MIMA *Mass* fachadas: canto superior esquerdo, MIMA *Mass* fachada principal; canto superior direito, pormenor da fachada principal com palas de sombreamento; canto inferior esquerdo, fachada com menor número de vãos devido ao percurso do sol.
(Fonte: www.mimahousing.com)

A MIMA *Mass* é a que disponibiliza mais tipologias e acabamentos, tornando-se numa casa sofisticada e adaptável às vivências de cada cliente.



Fig. 162: Exemplo de algumas tipologias da MIMA *Mass*: a mais à esquerda, MIMA *Mass Studio* 51 m²; a mais à direita, MIMA *Mass 2.1* 119 m².

(Fonte: www.mimahousing.com)

7.3.1 MIMA *LIGHT*

Quando falamos da MIMA *Light*, automaticamente falamos de uma casa modular de rápida construção, elevada simplicidade e de rápida colocação no terreno. Esta casa, localizada em Viana do Castelo está ligada às redes de infra-estruturas urbanas; logo não é totalmente auto-sustentável. Porém, a sustentabilidade está-lhe intrínseca. Começando pelas suas fundações em madeira (solução mais ecológica e amiga do meio ambiente), esta casa parece pertencer ao espaço onde se encontra inserida; no entanto, se for necessário, a sua remoção, pode facilmente ser recolocada. A estrutura em madeira, que permite não só que a casa tenha uma elevada resistência sísmica mas também que esta seja leve comparativamente às construções tradicionais, torna a casa interior e exteriormente num espaço com um elevado conforto visual e ambiental (ver pormenores construtivos em Anexos). A MIMA *Light* é a solução mais rápida de todas as construções MIMA, o que faz com que os custos sejam mais reduzidos comparativamente com as outras disponíveis. Como já vem para o terreno concluída, a única coisa necessária é colocá-la no local devido e fazer as ligações necessárias às redes. A nível económico, esta é a linhagem de produtos mais acessível; o que a torna também numa opção sustentável.

Em foco, na MIMA *Light* em Viana do Castelo, esta não apresenta sistemas de captação e águas pluviais para posterior reutilização, ou qualquer sistema activo de aquecimento do ambiente interior; no entanto, tal como nos casos anteriores, a empresa fornece essa possibilidade de incorporação desses sistemas se desejado pelo cliente. Tal como discutido com a MIMA *Housing*, a empresa tem a possibilidade (apesar de nunca ter sido realizado) de construir qualquer destes modelos de forma auto-sustentável.



Fig. 163: Localização MIMA *Light*, Viana do Castelo.
(Fonte: www.mimahousing.com)



Fig. 164: Vista Exterior- Interior, após o pôr-do-sol com iluminação artificial interior, MIMA *Light*.
(Fonte: www.mimahousing.com)

7.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS CASOS DE ESTUDO NACIONAIS

Neste subcapítulo será feita uma análise comparativa entre os três casos de estudo anteriormente abordados, apresentando duas tabelas com a comparação directa entre, primeiramente, as três empresas de construção modular e, de seguida, entre os casos de estudo seleccionados anteriormente. Nesta última tabela é realizada uma comparação das medidas sustentáveis aplicadas em cada caso de estudo, de forma a podermos avaliar o desempenho sustentável de forma mais perceptível. A avaliação deste desempenho será feita através dos 22 critérios das diversas áreas, do sistema LiderA (ver Anexos).

	<i>Modular System</i>	<i>Treehouse</i>	<i>MIMA Housing</i>
Arquitectos	Arquiporto	Appleton & Domingos Arquitectos	MIMA Architects
Material	Madeira Pinho Lamelada Colada	KERTO e Thermowood	Madeira, Betão e blocos de betão
Modelos	6 Modelos	4 Modelos	4 Modelos
Módulo base	2,5/3,00 m x 6,00 m	3,30 m x 6,60 m	1,60 m x 1,60 m
Agregação	Horizontal e Vertical	Horizontal e Vertical	-
Tempo (projecto a chave na mão)	4 meses	Máx.5 meses	6-9 meses
Preço m ²	1000 euros/m ²	~800-1000 euros/m ²	1000 euros/m ²

Tabela 6: Comparação entre os três casos de estudo nacionais.

De um modo geral, estas três empresas podem dividir-se em dois grupos. A *MIMA Housing* encontra-se num grupo isolado e a *Treehouse* e a *Modular System* agregam-se noutro. A grande diferença entre estes dois grandes grupos é a acoplação e crescimento dos módulos. Apesar de a *Modular System* e as *Treehouse* apresentarem dois tipos de diferentes de transporte dos módulos (a primeira em peças e a segunda em módulos completos), ambas optam por sistemas expansíveis e adaptáveis, ou seja, ambas permitem o crescimento e a evolução das suas casas. A *MIMA* (que a nível de transporte dos módulos se assemelha à *Modular System*) não possibilita o crescimento das suas casas nem horizontal ou verticalmente.

Apesar desta divisão, as empresas têm alguns factores em comum, a saber: a existência de uma malha base para a colocação dos seus módulos, a materialidade (apesar de a *MIMA* apresentar mais do que uma opção, a base é madeira), o sistema de produção, preço/m² e da rapidez de construção e diminuição dos custos que lhes estão associados. Todas as empresas partilham o mesmo ponto de partida, permitem a construção de uma habitação rápida, económica (comparativamente à tradicional), personalizada, acolhedora e sustentável.

Outra diferença que separa a *MIMA Housing* e as *Treehouse* da *JULAR* da *Modular System* é a oferta de linhas de produtos. Sendo que a *MIMA* e as *Treehouses* disponibilizam quatro tipos de modelo de casas e *Modular System* apresenta seis modelos. Porém, as três empresas proporcionam a hipótese de criar casas totalmente personalizáveis.

As *Treehouse* da *JULAR* apresentam a vantagem de o seu *showroom* estar aberto ao público durante toda a semana e ao sábado de manhã, sem ser necessário marcação, permitindo aos clientes observarem e analisarem os vários modelos quando lhes for mais pertinente. Já com as outras empresas, é necessário marcação para o fazer.

Para poder comparar o grau de sustentabilidade de cada casa, foi escolhido o sistema LiderA (sistema nacional abordado no subcapítulo 4.8), não utilizando o mesmo método de atribuição de pontuação, sendo atribuído uma pontuação de 0 a 2 (0 não preenche os requisitos, 1 preenche parcialmente os requisitos, 2 preenche totalmente os requisitos). Esta análise foi feita através dos dados adquiridos por visualização, contacto com as empresas respectivas e análise dos casos de estudo.

<u>Vertentes</u>	<u>Áreas</u>	<u>Eco Houses</u>	<u>Treehouse Riga</u>	<u>MIMA Light</u>
Integração Local	Solo	2	2	2
	Ecossistemas Naturais	2	2	2
	Paisagem e Património	2	2	2
	TOTAL	6	6	6
Recursos *	Energia	2	2	2
	Água	0	1	0
	Materiais	2	2	2
	Alimentares	0	0	1
	TOTAL	4	5	5
Cargas Ambientais	Efluentes	0	0	0
	Emissões atmosféricas	2	2	2
	Resíduos	1	0	0
	Ruido Exterior	2	2	2
	Poluição Iluminotérmica	1	1	1
	TOTAL	6	5	5
Conforto Ambiental	Qualidade do Ar	2	2	2
	Conforto térmico	2	2	2
	Iluminação e Acústica	2	2	2
	TOTAL	6	6	6
Vivência Sócio-Económica	Acesso para todos	1	1	1
	Diversidade Económica	1	0	0
	Amenidades e Interação Social	2	0	1
	Participação e Controlo	2	2	2
	Custos no Ciclo de Vida	2	2	2
	TOTAL	8	5	6
Gestão Sustentável	Uso Sustentável	2	2	2
	Inovação	2	2	2
	TOTAL	4	4	4
TOTAL FINAL		34	31	32

Tabela 7: Comparação de sustentabilidade dos casos de estudo.

(Adaptado de Miguel Fernandes, 2016.)

*Tal como referido anteriormente, os casos de estudo em questão, apesar de não apresentarem sistemas de captação de águas, tratamento de águas residuais, aquecimento de águas e outros sistemas de aquecimento e de geração de electricidade, as empresas fornecem essa possibilidade se desejado por parte do cliente. Também é possível a produção de alimentos dependendo da localização do terreno de implantação (se o terreno é fértil) ou incorporação de espaços verdes como hortas em varandas e coberturas verdes.

Após a avaliação feita nas diferentes áreas consideradas pelo LiderA (apesar de esta análise não ser feita com o rigor e a precisão do sistema em si com critérios e percentagens), chegou-se à conclusão de qual o caso de estudo que melhor cumpre o critério de sustentabilidade em cada área específica e qual o caso de estudo mais sustentável, contabilizando o resultado final. Frisando que se o caso de estudo analisado fosse outro (mesmo dentro da mesma empresa) os resultados obtidos seriam completamente diferentes. Assim, não se está a comparar a sustentabilidade oferecida por cada empresa, mas comparando a sustentabilidade de cada caso de estudo específico, dependendo da sua localização e escolhas do cliente.

Ao contrário do sistema LiderA (que atribui diferentes cargas percentuais a cada critério e a cada área), nesta avaliação o peso de cada critério é igualitário. Se o sistema fosse utilizado na íntegra e não apenas nas suas áreas gerais, a área “Recursos” seria a que teria maior peso na pontuação final e na área “Uso Sustentável”.

Neste caso, os resultados demonstram que o caso de estudo com a maior classificação é o das *EcoHouses* do *EcoResort Pedras Salgadas Spa & Nature*, com uma pontuação total de 34 pontos. No entanto, na categoria Recursos, a categoria com maior carga no sistema LiderA, este é o caso de estudo com menor pontuação. Nesta categoria, os casos de estudo com maior pontuação são a *Treehouse Riga Guincho* e a *MIMA Light* que, por consequência, numa avaliação LiderA, obteriam uma pontuação mais elevada que as *EcoHouses*, pois esta área teria mais peso.

Os resultados demonstram que a “*Treehouse Riga Guincho*” apresenta o valor mais baixo comparativamente com os outros casos; porém, essa classificação deve-se à sua localização e isolamento, à não criação de espaços de produções alimentares (embora exista local para o realizar se necessário ou desejado) e ao facto de o cliente desta obra não ter desejado incorporar sistemas sustentáveis de armazenamento e reutilização de águas pluviais, sistemas de tratamento de águas e mesmo sistemas de compostagem dos resíduos.

Segue-se abaixo um resumo com o caso de estudo com maior pontuação em cada vertente.

Integração Local: Todos os casos obtiveram a mesma pontuação (6).

Recursos: *Treehouse Riga* e *MIMA Light*.

Cargas Ambientais: *Eco Houses*.

Conforto Ambiental: Todos os casos obtiveram a mesma pontuação (6).

Vivência Socioeconómica: *Eco Houses*

Uso Sustentável: Todos os casos obtiveram a mesma pontuação (4).

Conclui-se então que, apesar de esta ser uma análise muito superficial comparando com uma análise detalhada do sistema LiderA, que acompanha o projecto desde o início até à sua utilização, este permite obter informação sobre quais os sectores em que seria necessário melhorar, de forma a obter uma maior classificação. Como já foi referido, há que ter em atenção que, neste caso, não foi feita uma distinção de graus percentuais entre as várias áreas, portanto a área que supostamente tem maior carga no que toca ao desenho de uma construção sustentável obteve a mesma importância do que as outras áreas.

7.5 EXEMPLOS CASOS DE ESTUDO ESTRANGEIROS

Para os casos de estudo internacionais foram escolhidos três sistemas comparáveis aos nacionais, posto que todos utilizam um sistema construtivo em madeira. O objectivo é entender a possível relação entre os diversos sistemas, apesar do seu distanciamento no globo.

7.5.1 *FRENCH ISLAND*—EcoLIV

Esta casa, localizada na Austrália na Baía de *Victoria's Westemport*, foi projectada pela empresa australiana EcoLiv.

Os princípios desta empresa baseiam-se nos métodos de construção em madeira, utilizando plantações renováveis de madeira. O uso da madeira está relacionado com a procura da sustentabilidade e ecologia. De modo a serem sustentáveis, as casas apresentam um desenho solar passivo, pretendendo reduzir o uso de energia eléctrica, exibem estratégias para uma melhor gestão dos resíduos e da água, recorrem à utilização de materiais eco-eficientes e à aplicação de acabamentos e revestimentos interiores com baixo VOC, de modo a garantir a qualidade do ar interior.

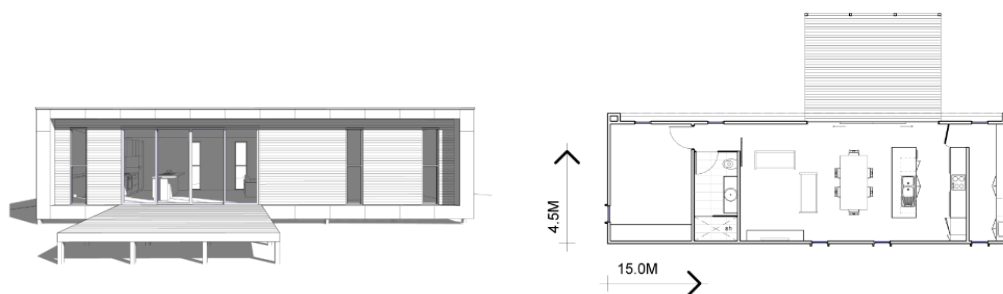


Fig. 165 e 165 (i): Fachada e Planta de Casa pré-desenhada EcoGrid1 (67,5 m²) - vencedora do prémio HIA 2016, *Victorian GreenSmart Energy Efficient Award*.
(Fonte: <https://ecoliv.com.au/>)

A empresa apresenta duas opções de construção: a primeira, onde o cliente compra uma casa, da variedade existente de 27 modelos pré-definidos pela empresa, e a segunda opção, onde apresenta módulos possíveis de conjugar, caso o cliente deseje criar a casa de raiz (salas, quartos, lavandarias, instalações sanitárias e outros). Nesta última opção, são apresentadas ainda seis opções de fachada para quem tenciona criar o seu próprio projecto. Existe ainda uma terceira

opção, menos usual, onde o cliente (caso não esteja satisfeito com nenhum dos módulos *standard* oferecidos pela empresa) pode criar em conjunto com os projectistas um módulo único; no entanto, esta é a solução menos económica devido ao elevado grau de personalização.

A casa de campo em estudo foi desenhada pelo arquitecto Lai Chong Brown e constitui um projecto desafio, devido ao facto de estar isolado de qualquer infraestrutura ou acessibilidade. Os módulos foram transportados para a ilha de barco.

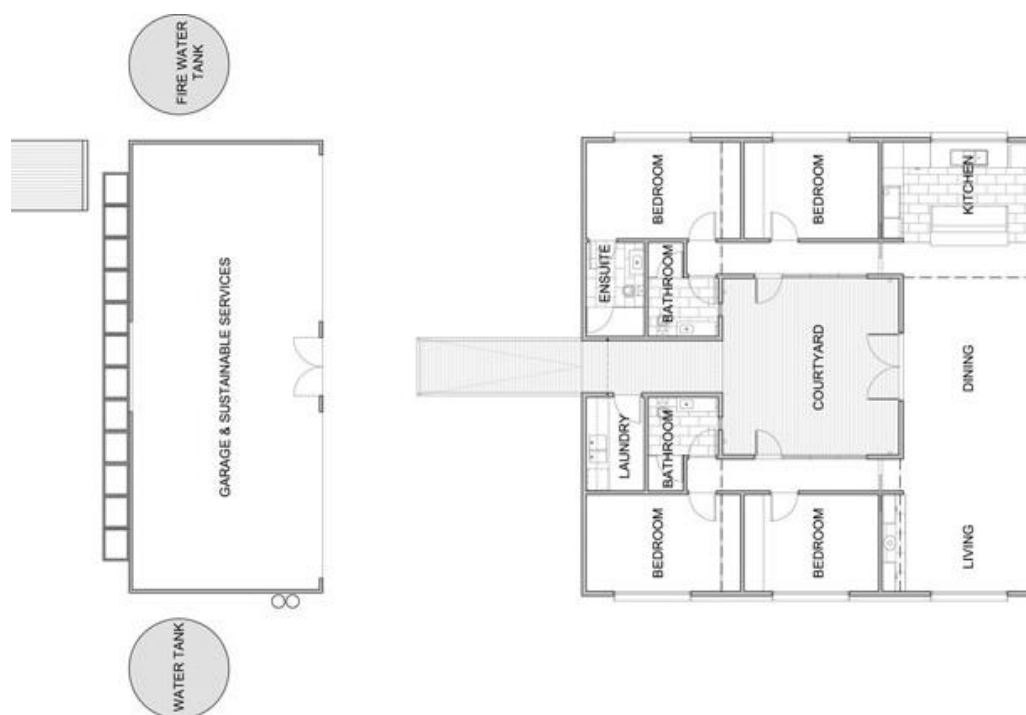


Fig. 166: Planta da *French Island*, Austrália- EcoLiv.
(Fonte: <https://ecoliv.com.au/>)

Apesar das dificuldades acrescidas, o projecto final teve sucesso e tornou-se uma construção auto-sustentável, apresentando o seu próprio reservatório de águas, painéis solares para o fornecimento de energia e uma zona dos serviços sustentáveis, onde é feito o tratamento dos resíduos.

A casa térrea não corresponde a nenhum modelo pré-existente, é constituída pela agregação de dez módulos de madeira, correspondentes a cinco módulos pré-existent (quatro quartos, três casas de banho, sala, cozinha e lavandaria). Apresenta uma área total de 82,81 m², correspondendo 67,85 m² e 14,96 m², de área interior e pátio exterior, respectivamente.



Fig. 167: *French Island- EcoLiv*, Fotografia de Jaime Diaz-Berrio.
(Fonte: <https://ecoliv.com.au/>)

Esta casa assenta sobre uma planta em “C” (Fig.166), que funciona à volta de um pátio central, possuindo uma grande fachada em vidro com vista sobre o mar (Fig.167). Relativamente à materialidade, o revestimento exterior do pátio interno é em madeira e o revestimento da fachada exterior é em aço (Fig.168 e 168 (i)); utiliza portas e janelas de correr com vidros duplos. Todos os revestimentos são de elevada durabilidade e requerem baixa quantidade de manutenção. A criação do pátio externo interior deveu-se ao facto de esta ser uma zona muito ventosa. Assim, ao criar uma zona recolhida, tornou-se possível a existência uma zona externa confortável, protegida desse mesmo fenómeno.

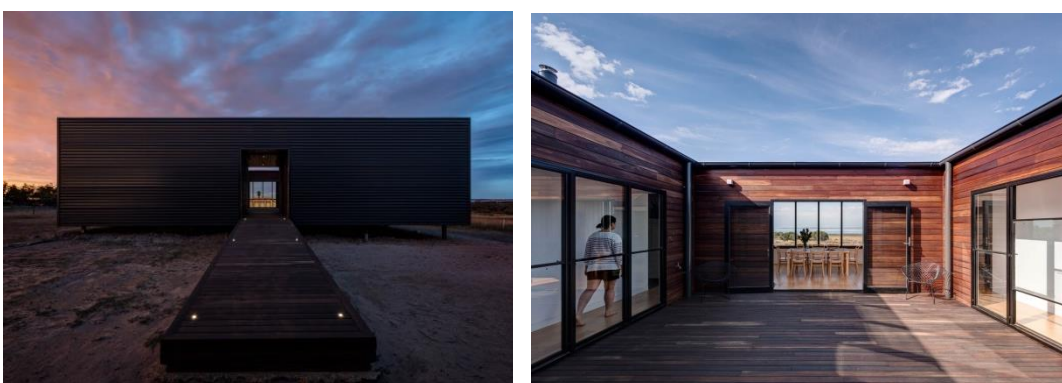


Fig. 168 e 168 (i): Fotografias revestimentos externos da Casa *French Island*, Austrália- EcoLiv-
Fotografias de Jaime Diaz-Berrio.
(Fonte: <https://ecoliv.com.au/>)

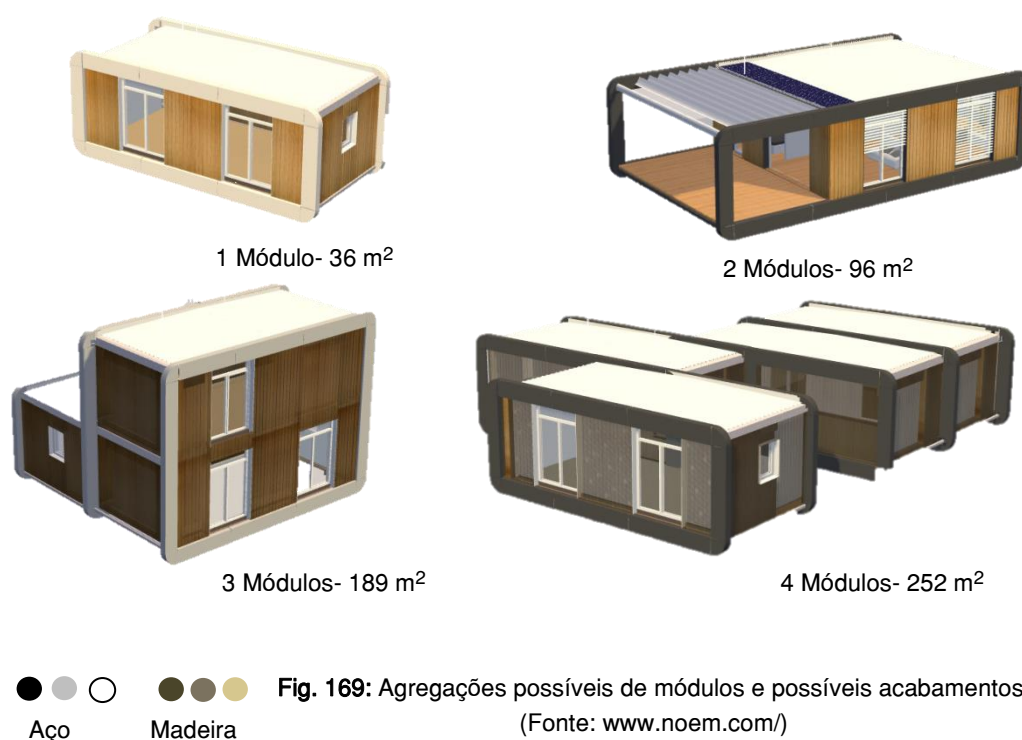
7.5.2 O REFÚGIO INTELIGENTE NOEM

Esta casa, projectada pela empresa espanhola NOEM, encontra-se localizada em Castellón, Espanha.

A construção das casas NOEM é baseada no princípio das emissões zero, utilizando para isso madeira na sua constituição e preocupando-se com a eficiência energética e com o conforto interior do utilizador.

As casas NOEM apresentam uma estrutura em pinho e abeto, com isolamento natural de lã de ovelha, fibra madeira e algodão, sendo revestidas com madeira e pinturas no interior e exterior. Contém uma estrutura metálica em aço que serve “de contorno” ao módulo. Todos os materiais utilizados na construção das casas estão livres dos VOC.

A casa Refúgio é constituída pela agregação de dois módulos *standard*, no entanto, caso seja o desejo do cliente, pode apresentar outras tipologias. São oferecidas pela empresa quatro tipologias distintas, dependendo da agregação de módulos desejados. Também as cores dos revestimentos exteriores (madeira e estrutura de metal envolvente) podem ter acabamentos diferentes, como se observa na figura 169.



A nível de revestimentos exteriores é composta por madeira, na tonalidade mais clara da paleta de cores oferecida, e pela estrutura metálica de cor branca, como se observa nas figuras 170.



Fig. 170 e 170 (i): Revestimentos Exteriores Refúgio Inteligente NOEM.
(Fonte: www.noem.com/)

Devido à sua localização e às temperaturas elevadas, que são atingidas durante a estação quente do ano, a construção bioclimática foi um dos factores tidos em mente, de modo a proporcionar conforto interior ao habitante do espaço (Fig.171). Assim, projectou-se uma casa localizada estrategicamente no terreno, de forma a garantir a ventilação cruzada (utilizando a direcção dos ventos predominantes). Para garantir o arrefecimento dos espaços, criou-se um pátio exterior com sombreamento exterior regulável automático, permitindo a entrada de luz e radiação solar ao gosto e necessidade do seu utilizador (estudo do percurso solar). Assim, juntamente com a utilização de iluminação LED, é, não só maximizado o conforto interno como também minimizado o consumo de energia.

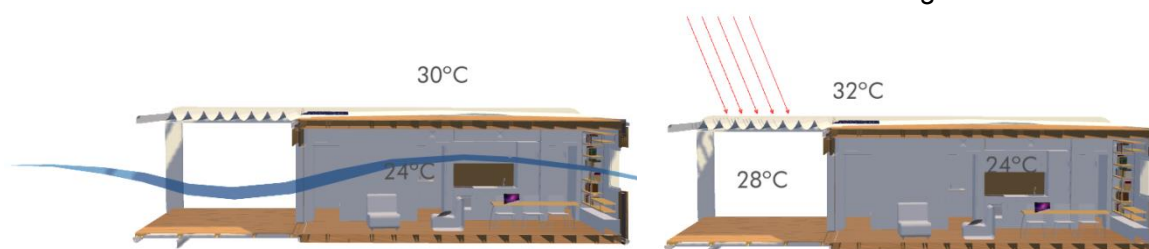


Fig. 171 e 171 (i): Estratégias de Arrefecimento Passivo- Refúgio Inteligente NOEM.
(Fonte: www.noem.com/)

A casa, como já referido, é constituída por dois módulos, um correspondente à área de instalações e quarto e outro que pode ser adaptado a qualquer função; no caso em concreto da casa refúgio, corresponde à zona de sala de estar e sala de jantar (Fig.172).

Tem a capacidade de auto-sustentabilidade energética⁴⁵, pois colecta energia solar através de painéis solares existentes nas coberturas, contém um sistema de recolha e reutilização das águas pluviais e um sistema de ventilação, que permite a renovação do ar em todas as zonas da casa durante todo o dia.

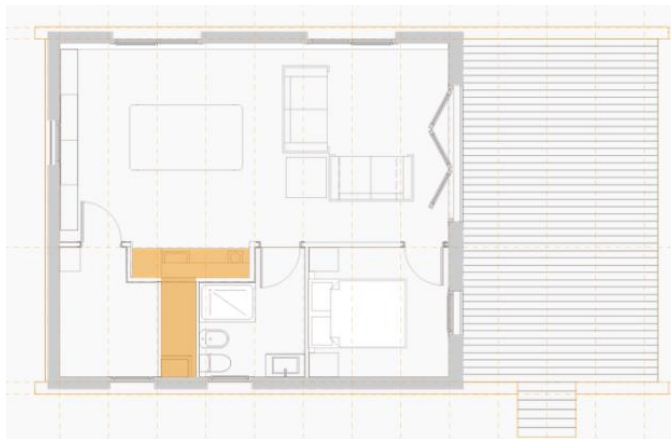


Fig. 172: Planta Refúgio Inteligente NOEM 96 m².
(Fonte: www.noem.com/)

O tempo total de construção do refúgio inteligente foi de 10 semanas, correspondendo a quatro semanas de desenho e concepção, cinco de fabricação e uma de montagem e acabamentos.

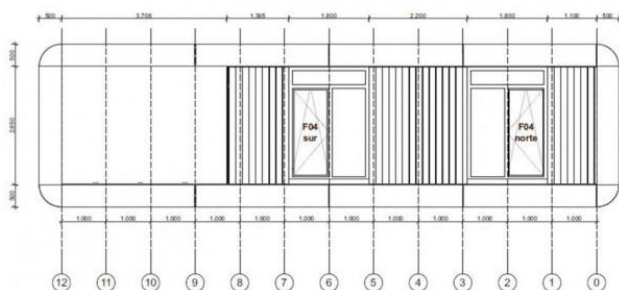


Fig. 173: Fase de Projecto- Alçado Refúgio Inteligente NOEM. (Fonte: www.noem.com/)



Fig. 174: Fase de Montagem- Refúgio Inteligente NOEM.
(Fonte: www.noem.com/)



Fig. 175: Modelo Final- Refúgio Inteligente NOEM.
(Fonte: www.noem.com/)

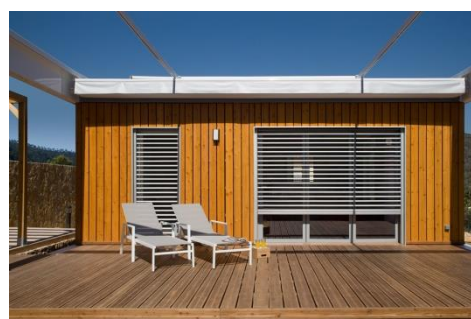


Fig. 176: Pormenor Pátio Refúgio Inteligente NOEM. (Fonte: www.noem.com/)

⁴⁵ O refúgio inteligente apresenta classificação energética e emissões de Co2 de 56,95 KgCO2/m.

7.5.3 *FRANSHHOEK*: ECOMO

"The idea to create homes that could be build off site using natural materials such as wood and glass (...) Today, Ecomo Home stands out as the most sophisticated example of timber framed homes in South Africa." - Ecomo.

A casa *Franshhoek* situa-se no vale de *Franshhoek*, na África do Sul. Apresenta-se como uma casa eficiente e ecológica produzida pela empresa Ecomo. O conceito por detrás da criação dos projectos Ecomo é baseado na criação de três unidades de espaço: Dormir, Viver e Brincar.

A Ecomo assenta os seus projectos na arquitectura eco/sustentável em madeira, na Africa do Sul. Uma das características dos projectos resultantes desta empresa é que a sua inspiração provém do que a natureza nos oferece e da preocupação com a observação da envolvente ao espaço construído. A Ecomo preocupa-se com a integração dos seus edifícios na paisagem e na forma com esta é observada por parte do seu utilizador (Fig.177 e 177 (i)).



Fig. 177 e 177 (i): Preocupação com as vistas do utilizador sobre a paisagem -Casa *Karoo* em *Vanwyksdorp*, 2013 Ecomo. À direita, vista interior; à esquerda, vista exterior.
(Fonte:www.ecomohome.com/)



As casas modulares desta empresa pertencem ao grupo de construção modular (segundo Lawson como indicado no capítulo 5), sistema construtivo de elementos modulares. Os componentes constituintes (coberturas, piso e painéis de paredes) são construídos em fábrica e são posteriormente montados em obra. A estrutura da casa é elevada do solo para garantir que o edifício não sofre, aquando das chuvas e inundações.

Os acabamentos interiores são escolhidos ao gosto do cliente, enquanto os

revestimentos exteriores podem ser de três tipos: madeira, alumínio ou placas de magnésio. No que toca ao desenho dos edifícios, este é pensado considerando a orientação do edifício no terreno, o percurso solar e a orientação dos ventos, de maneira a criar estratégias de sombreamento e ventilação cruzada os mais eficientes possíveis. As casas funcionam “*Off-the-grid*”, preocupando-se com a captação e gestão da água, com a utilização de painéis solares para a captação de energia e com a utilização de iluminação LED.

Existem dois tipos de edifícios modulares que podem ser encomendados à Ecomo, o primeiro chamado “Ecomo *Off*”, correspondente às casas pré-desenhadas (variam a dimensão consoante o número PODS desejados, vão de um a quatro PODS⁴⁶) e o segundo chamado “Ecomo *Customized*”, correspondente aos projectos encomendados à medida.

A casa *Franshhoek* pertence à tipologia “Ecomo *Off*”, correspondendo a uma casa modular de cinco PODS, com uma área de 125 m². Foi terminada em 2009, é constituída por três quartos, duas casas de banho, uma zona aberta correspondente à sala estar, sala de jantar e cozinha e um pequeno terraço exterior. A nível de revestimento exterior, a casa é revestida a madeira de cedro.



Fig. 178: Vista pátio exterior Casa *Franshhoek* 2009 Ecomo.
(Fonte: www.ecomohome.com/)



Fig. 179: Materialidade Exterior: Madeira Cedro, Casa *Franshhoek* 2009 Ecomo.
(Fonte: www.ecomohome.com/)

⁴⁶ POD é a nomenclatura usada pela empresa e corresponde a um módulo.



Fig. 180: Planta da Casa *Franshhoek*, 2009 Ecomó.
(Fonte: www.ecomohome.com/)



Fig. 181: Vista Interior/Exterior
Casa *Franshhoek*, Ecomó.
(Fonte: www.ecomohome.com/)

Tal como nos outros projectos da empresa, é perceptível o estudo em fase de projecto, relativo à disposição do edifício no espaço. Na projecção da casa *Franshhoek* existiu a cuidado com a sua integração na paisagem envolvente, (não invasiva), sendo que esta surge com um elemento que completa a mesma, preocupando-se também com as vistas interior/exterior, como se pode observar nas figuras 181, 182 e 182 (i).



Fig. 182 e 182 (i): Integração da Casa *Franshhoek* na paisagem envolvente- Ecomó.
(Fonte: www.ecomohome.com/)

7.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tal como analisado, qualquer das três empresas nacionais oferece a possibilidade de incorporação de sistemas activos ecológicos para o funcionamento mais sustentável das habitações modulares fornecidas. Também o estudo dos terrenos de implantação e suas inerentes características são factores estudados inicialmente juntamente com arquitectos de cada uma das empresas de forma a descobrir qual a melhor solução de forma a possibilitar o melhor uso de espaço reduzindo a necessidade de aquecimento e arrefecimento artificial e a necessidade de iluminação artificial. Todas as empresas apresentam a capacidade de formular casas auto-sustentáveis, preocupando-se com o impacto que as mesmas terão no local de implantação.

É de fazer notar que apesar de optarem por métodos de montagem diferentes, sendo que as casas *Treehouse* vão completamente terminadas para o terreno enquanto as MIMA (à excepção da MIMA *Light*) e das *Modular System* (à excepção da *Mobile Home*) vão às peças e são posteriormente unidas, todos os sistemas utilizam o módulo e a grelha de forma a obter, uma construção rápida com elevada economia de custos, de qualidade, eficaz, resistente e sustentável. Apesar de o caso da MIMA não se restringir ao uso da madeira como material de construção todas as empresas admitem que este é o material mais ecológico, amigo do ambiente para trabalhar de fácil manuseamento e de elevada leveza quando comparados aos materiais de construção tradicional.

Quando analisados e comparados os casos de estudo nacionais e internacionais pode-se reparar que ambos têm uma extrema preocupação com as vistas que o ambiente interior tem para o exterior, preocupando com a integração nos espaços. A escolha dos casos de estudo internacionais possibilitou o entendimento de que, por muito distantes que os exemplos estudados estejam no globo, todos têm o mesmo objectivo, a mesma forma de construir e a mesma intenção.

A escolha de um caso de estudo internacional totalmente auto-sustentável (*French Island* da EcoLiv) permite perceber como pode ser aplicado aos casos de

estudo nacionais se desejado por parte dos clientes. Outra das razões da escolha deste caso de estudo e do caso de estudo *Fransshoek* da Ecomo foram as suas localizações, de forma a poder entender a possibilidade do transporte dos módulos por qualquer meio de transporte para qualquer local independentemente do difícil acesso ou da sua topografia.

Conclui-se então que apesar de a visão sobre a construção modular sustentável em Portugal ainda estar um pouco atrás relativamente ao resto do mundo, actualmente a sociedade está cada vez mais aberta a estas novas opções preocupando-se cada vez mais com os impactes que a construção e as suas vivências têm sobre o planeta.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação e respectiva pesquisa teve como foco principal a construção modular sustentável em madeira, como objectivo primordial dar a conhecer e desmistificar esta temática. O objectivo final era, após uma análise sobre a construção modular e a sustentabilidade na construção, culminar na elaboração de um manual ilustrado que explicitasse de forma clara as estratégias para a construção modular sustentável em madeira.

Dada a importância deste assunto e, tendo em vista que a procura da sustentabilidade é um tema cada vez mais abordado e de extrema preocupação por parte dos ambientalistas, procurou-se investigar as características de um sistema de construção que poderá vir a vingar sobre o método de construção tradicional, que continua a ser o mais utilizado em Portugal, actualmente. Devido à problemática associada aos materiais de construção actuais (Betão e Aço) e à questão sobre quais os materiais mais eco-eficientes, escolheu-se a madeira como solução construtiva a abordar mais intensivamente, apesar de terem sido referidos outros materiais possíveis de ser aplicados nesta construção por empresas nacionais. A construção modular em madeira trata-se de uma solução construtiva com elevado nível de sustentabilidade nas suas três componentes e de grande eficiência graças à própria sustentabilidade e ecologia associada ao material.

Um dos objectivos era demonstrar, a partir de uma análise a três empresas de construção modular sustentável em madeira portuguesas (Modular System, Treehouse - JULAR e MIMA Housing) que, apesar da rapidez da construção que está associada a este sistema, em nada ele carece de condições de habitabilidade que o diferenciem do sistema tradicional e que também ele possibilita a personalização ao gosto do utilizador.

Pela observação do que foi demonstrado foi possível compreender que este sistema apresenta diversas vantagens que o tornam num sistema de construção privilegiado. O facto de este sistema ser adaptável, flexível e, em alguns casos, evolutivo, possibilita que um mesmo utilizador não seja obrigado a mudar de casa pelo aumento da sua estrutura familiar ou a ter de mudar de casa por mudar de local

de trabalho. Este tipo de sistema possibilita que não só a casa obtida seja mais “amiga do ambiente” como também “mais amiga do seu utilizador”, a nível de conforto e de estabilidade. Este sistema permite que a casa seja “desmontada” e reciclada em fim de vida, aumentada em caso de necessidade ou desejo por parte do utilizador ou transportada se extremamente necessário (visto que esta não é uma das características pelas quais é vendida: não é uma casa móvel, apesar de se poder mover). Entende-se assim que este tipo de construção, através da repetição de um módulo, permite a adaptação da arquitectura às necessidades e ao estilo de vida do seu utilizador, ao mesmo tempo que contribui para um planeta mais sustentável.

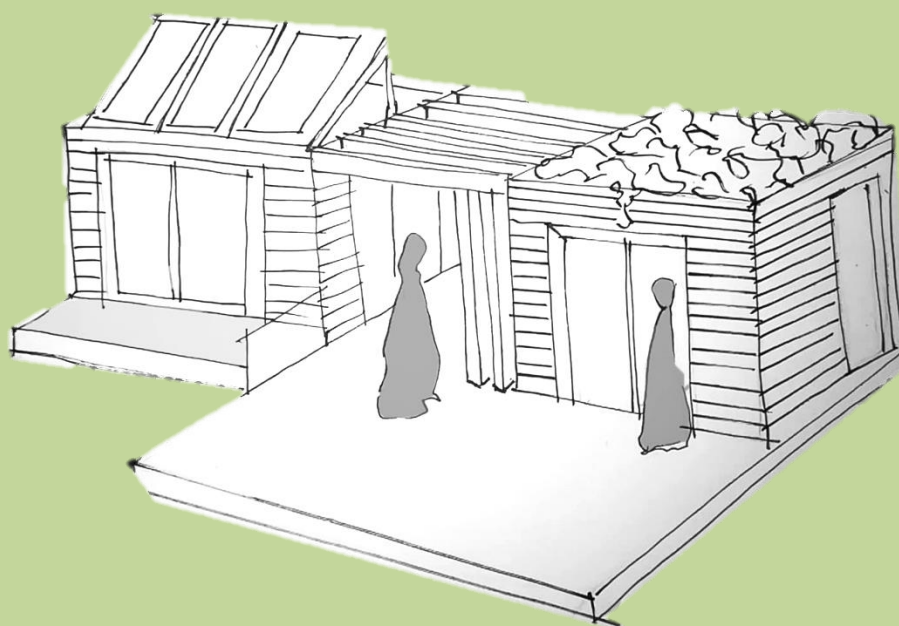
DESENVOLVIMENTOS FUTUROS:

Ao longo do desenvolvimento desta dissertação foi descoberto que, apesar de a madeira ser uma das soluções mais eficientes e sustentáveis no mundo dos materiais, a maioria das madeiras utilizadas nas três empresas nacionais estudadas não é proveniente de florestas de madeira certificada portuguesa e as madeiras apesar de certificadas são importadas quando utilizadas. Um ponto importante para o crescimento futuro deste sector construtivo a nível da sustentabilidade seria criar políticas de incentivo à utilização de madeira certificada proveniente de florestas de gestão sustentável nacionais que permitisse a utilização de madeiras portuguesas na construção, tornando-a ainda mais sustentável do ponto de vista da redução da energia desperdiçada no transporte.

Na procura pela sustentabilidade e inserção de materiais reciclados na arquitectura, este tipo de construção permite que, futuramente, possa ser possível a incorporação de plásticos reciclados (provenientes do excesso de plástico existente nos oceanos) na sua constituição, sem prejudicar as condições do seu utilizador e propiciando uma utilização viável para estes materiais.

MANUAL ILUSTRADO: ESTRATÉGIAS PARA A CONSTRUÇÃO MODULAR SUSTENTÁVEL EM MADEIRA EM PORTUGAL

ANA VIEGAS DIAS RODRIGUES



ÍNDICE

SOBRE ESTE MANUAL.....	165
PARA QUEM É ESTE MANUAL?	165
SOBRE O QUE É ESTE MANUAL?	165
PARA QUE É QUE ESTE MANUAL DEVE SER USADO?.....	165
PARA QUE É QUE NÃO DEVE SER USADO?.....	165
COMO ESTÁ DIVIDIDO ESTE MANUAL	166
POSSÍVEIS FORMAS DE UTILIZAR O MANUAL.....	166
1.INTRODUÇÃO.....	167
PROBLEMAS AMBIENTAIS ACTUAIS:.....	168
COMO É QUE A CONSTRUÇÃO INFLUENCIA O PLANETA TERRA E O SER HUMANO.....	169
O QUE É A SUSTENTABILIDADE	170
COMO SABER SE O MEU EDIFÍCIO É SUSTENTÁVEL?	170
PORQUE É QUE É QUE A CONSTRUÇÃO MODULAR É MAIS SUSTENTÁVEL QUE A TRADICIONAL	171
PRINCIPIOS DA CONSTRUÇÃO MODULAR SUSTENTÁVEL	171
QUAIS OS MATERIAIS QUE PODEM SER APLICADOS NA CONSTRUÇÃO MODULAR?.....	172
PORQUE É QUE ESTE TIPO DE CONSTRUÇÃO NÃO É MAIS COMUM	172
2. ESTRATÉGIAS PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.....	173
ESCOLHA DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO	174
Protecção e conservação dos ecossistemas	175
DESENHO PASSIVO:	176
ILUMINAÇÃO.....	183
ÁGUA.....	186
MATERIAIS.....	189
ESTRATÉGIAS ACTIVAS DE AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO.....	191
3. ESCOLHA DO SISTEMA MODULAR.....	194
ESCOLHA E PREPARAÇÃO DO TERRENO DE IMPLANTAÇÃO	196
ELABORAÇÃO DO PROJECTO.....	197

MANUAL ILUSTRADO:

Estratégias para a construção modular sustentável em madeira em Portugal 159

ELEMENTOS CONSTITUINTES.....	198
TIPO DE SISTEMA MODULAR	202
TRANSPORTE E MONTAGEM	204
VANTAGENS DA CONSTRUÇÃO MODULAR	205
EXEMPLO PRÁTICO DE CONSTRUÇÃO MODULAR SUSTENTÁVEL EM PORTUGAL	206
CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS.....	209
ESCOLHA DA MALHA E TAMANHO DO MÓDULO BASE	210
IMPLANTAÇÃO E ORIENTAÇÃO NO TERRENO	210
DESENHO ORGANIZACIONAL INTERIOR	211
DESENHO PASSIVO E MATERIALIDADES.....	211
ESTRATÉGIAS ACTIVAS UTILIZADAS	213
GLOSSÁRIO:.....	215

ÍNDICE DE FIGURAS

Todas as imagens que não apresentam fonte na legenda foram desenhadas pelo autor.

FIG. 1: CONCENTRAÇÃO GLOBAL DE CO ₂ NA ATMOSFERA (PPM).....	168
FIG. 2: PREVISÃO PARA O CRESCIMENTO POPULACIONAL (BILIÕES DE PESSOAS).....	168
FIG. 3: AUMENTO DA TEMPERATURA 1880-2018.	168
FIG. 4: POLUIÇÃO DOS OCEANOS COM PLÁSTICOS)	169
FIG. 5: SECTOR DA CONSTRUÇÃO TEM UM ENORME IMPACTE NO AMBIENTE.....	169
FIG. 6: AGENDA 21 ON SUSTAINABLE CONSTRUCTION.....	169
FIG. 7: TRÊS DIMENSÕES DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	170
FIG. 8: LOGÓTIPOS OFICIAIS DAS EMPRESAS DE CERTIFICAÇÃO.....	170
FIG. 9: FÁBRICA DE CONSTRUÇÃO MODULAR.....	171
FIG. 10: MONTAGEM DOS MÓDULOS DE UMA EDIFICAÇÃO NO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO.	171
FIG. 11: SÍMBOLOS DAS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS.....	171
FIG. 12: LOGOTIPO DOS 3R'S: REDUZIR, RECICLAR E REUTILIZAR.	171
FIG. 13: A ESCOLHA DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO.	174
FIG. 14: A DISTÂNCIA AOS EQUIPAMENTOS MAIS PRÓXIMOS	174
FIG. 15: IMPLANTAÇÃO DE UM EDIFÍCIO NUMA URBANIZAÇÃO	174
FIG. 16: AS ACESSIBILIDADES E TRANSPORTES MAIS PRÓXIMOS DO LOCAL.	174
FIG. 17: A CONSERVAÇÃO DOS ECOSISTEMAS NATURAIS	175
FIG. 18: A CONTAMINAÇÃO LUMINOSA NOCTURNA	175
FIG. 19: MONTAGEM EDIFÍCIO MODULAR, REDUÇÃO DO IMPACTE AMBIENTAL LOCAL. ...	175
FIG. 20: EFEITO QUE A TOPOGRAFIA E A URBANIZAÇÃO.....	176
FIG. 21: ESTUDO DO PERCURSO SOLAR NAS DIFERENTES ESTAÇÕES	177
FIG. 22: INCIDÊNCIA DOS RAIOS SOLARES NA FACHADA SUL.....	177
FIG. 23: TIPO DE VÃOS PARA ENTRADA DE LUZ NATURAL (ZENITAL E LATERAL).	177
FIG. 24: FORMAS DE ILUMINAÇÃO DO ESPAÇO INTERIOR	178
FIG. 25: GANHOS DIRECTOS DE ENERGIA.....	178
FIG. 26: FUNCIONAMENTO DA PAREDE DE TROMBE	178
FIG. 27: GANHOS ISOLADOS.	179
FIG. 28: TIPOS E SOMBREAMENTO EXTERIOR.	179
FIG. 29: ORIENTAÇÃO E INTENSIDADE DOS VENTOS DOS VENTOS LOCAIS.	180
FIG. 30: EFEITO VENTURI	180
FIG. 31: EFEITO ESQUINA	180
FIG. 32: EFEITO ESTEIRA.....	180
FIG. 33: EFEITO BARREIRA	180
FIG. 34: EFEITO CORREDOR	180
FIG. 35: EFEITOS PIRÂMIDE	181
FIG. 36: EFEITOS MALHA	181
FIG. 37: EFEITOS PILOTIS	181
FIG. 38: BARREIRA TOPOGRÁFICA E VEGETAL CONTRA VENTOS DOMINANTES.	181
FIG. 39: BARREIRA VEGETAL FOLHA PERSISTENTE CONTRA VENTOS DOMINANTES.	181

MANUAL ILUSTRADO:

Estratégias para a construção modular sustentável em madeira em Portugal 161

FIG. 40: BARREIRA VEGETAL FOLHA CADUCA.	181
FIG. 41: VENTILAÇÃO NATURAL CRUZADA.	182
FIG. 42: VENTILAÇÃO NATURAL EFEITO CHAMINÉ	182
FIG. 43: ARREFECIMENTO EVAPORATIVO, ATRAVÉS DE ESPELHOS DE ÁGUA.	182
FIG. 44: ARREFECIMENTO PELO SOLO-MÉTODO INDIRECTO.....	182
FIG. 45: ARREFECIMENTO PELA COBERTURA VERDE.....	182
FIG. 46: SEMPRE QUE POSSÍVEL DEVE-SE OPTAR POR ILUMINAÇÃO NATURAL.	183
FIG. 47: A DIMENSÃO, ABERTURA E POSICIONAMENTO DOS VÃOS ENVIDRAÇADOS	183
FIG. 48: FORMAS DE MINIMIZAR A ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL.....	183
FIG. 49: AS LÂMPADAS LED SÃO AS MAIS VANTAJOSAS	184
FIG. 50: DEFINIR QUAIS OS PONTOS E LUZ ESSENCIAIS NUM ESPAÇO.....	184
FIG. 51: INTERRUPTORES	184
FIG. 52: LUZ COM SENSOR DE MOVIMENTO.	184
FIG. 53: FUNCIONAMENTO DOS FOTO-SENSORES.	185
FIG. 54: SOLUÇÃO MAIS ECOLÓGICA- MENOR CONSUMO ENERGÉTICO.	185
FIG. 55: APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS.	186
FIG. 56: FONTES DE ÁGUAS CINZENTAS E ÁGUAS NEGRAS.....	187
FIG. 57: ESCALA DE EFICIÊNCIA HÍDRICA.....	187
FIG. 58: A UTILIZAÇÃO DE TORNEIRAS MONOCOMANDO.....	187
FIG. 59: ESTRATÉGIAS DE POUPANÇA DE ÁGUA POTÁVEL.....	187
FIG. 60: ESTRATÉGIAS DE POUPANÇA DE ÁGUA POTÁVEL NOS AUTOCLISMOS.....	188
FIG. 61: ZONAS PERMEÁVEIS E IMPERMEÁVEIS.....	188
FIG. 62: RÓTULO DE CERTIFICAÇÃO ECOLÓGICA EUROPEU.....	189
FIG. 63: CICLO DE VIDA DE UM MATERIAL SUSTENTÁVEL.	189
FIG. 64: O TRANSPORTE DOS MATERIAIS PODE TORNAR UM MATERIAL SUSTENTÁVEL EM INSUSTENTÁVEL EM DETERMINADA OBRA.	190
FIG. 65: ALGUMAS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL.....	191
FIG. 66: SISTEMA PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO.....	191
FIG. 67: SISTEMA SOLAR TÉRMICO- TERMOSSIFÃO.....	192
FIG. 68: SISTEMA SOLAR TÉRMICO- CIRCULAÇÃO FORÇADA.	192
FIG. 69: CONSTITUIÇÃO DE UM SISTEMA HÍBRIDO ENTRE ENERGIA EÓLICA E SOLAR. ...	192
FIG. 70: CALDEIRA DE GASEIFICAÇÃO A LENHA.....	193
FIG. 71: SISTEMAS DE AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO DOS ESPAÇOS	193
FIG. 72: SISTEMA DE VENTILAÇÃO MECÂNICA FORÇADA.....	193
FIG. 73: POSSÍVEL REPETIÇÃO E AGREGAÇÃO DE MÓDULOS.	194
FIG. 74: DOIS TIPOS DE SOLO.....	196
FIG. 75: OBSTÁCULOS AO ACESSO DO CAMIÃO TRANSPORTADOR.....	196
FIG. 76: LISTA INICIAL PARA A ELABORAÇÃO DO PROJECTO MODULAR.....	197
FIG. 77: EXEMPLOS DE MODELOS <i>STANDARD</i> DE CATÁLOGO.	197
FIG. 78: A BASE DA CONSTRUÇÃO MODULAR É A MALHA.....	198
FIG. 79: O MÓDULO BASE.....	198
FIG. 80: AGREGAÇÃO 3D DE TRÊS MÓDULOS BASE, VERTICAL E HORIZONTALMENTE. ...	198
FIG. 81: TIPOS DE FUNDAÇÕES.	199
FIG. 82: ESQUELETO EM MADEIRA DE UM MÓDULO.	199

FIG. 83: CORTE A PILAR DE MADEIRA CARBONIZADO EM INCÊNDIO.....	200
FIG. 84: AS LIGAÇÕES DA ESTRUTURA DOS MÓDULOS	200
FIG. 85: CONSTITUIÇÃO DE UMA PAREDE EXTERIOR COM DUPLO ISOLAMENTO.	200
FIG. 86: EXEMPLOS DE REVESTIMENTOS EXTERIORES	201
FIG. 87: EXEMPLOS DE ACABAMENTOS EM PEDRA	201
FIG. 88: TRÊS FORMAS POSSÍVEIS DE TRANSPORTE DOS MÓDULOS PRÉ-FABRICADOS.	202
FIG. 89: SISTEMA MODULAR FECHADO.....	202
FIG. 90: SISTEMA MODULAR PARCIALMENTE ABERTO.....	203
FIG. 91: SISTEMA MODULAR ABERTO.	203
FIG. 92: SISTEMA POR ELEMENTOS CONSTRUTIVOS MODULAR.	203
FIG. 93: SISTEMA HÍBRIDO.....	203
FIG. 94: TRANSPORTE E COLOCAÇÃO DE MÓDULOS NO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO.	204
FIG.95: ESQUEMA COMPARATIVO ENTRE O TEMPO DE OBRA DA CONSTRUÇÃO TRADICIONAL E DA CONSTRUÇÃO MODULAR.....	205
FIG. 96: ESQUEMA DA CAPACIDADE DE EVOLUÇÃO E DE ADAPTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO MODULAR A CADA FAMÍLIA.....	205
FIG. 97 FOTOGRAFIA AÉREA ZONA DA CAPARICA.:	206
FIG. 98: LOCAL DE IMPLANTAÇÃO.....	208
FIG. 99: FOTOGRAFIA STREETVIEW DOS LOTEAMENTOS VAZIOS.	208
FIG. 100: FOTOGRAFIA AÉREA CAPUCHOS, CAPARICA, COM EQUIPAMENTOS.	208
FIG. 101: VISTA DOS CAPUCHOS SOBRE A COSTA DA CAPARICA.....	209
FIG. 102: GRÁFICO TEMPERATURAS MÉDIAS CAPARICA (2017).	209
FIG. 103: GRÁFICO VELOCIDADE DOS VENTOS (KM/H) (2017).	209
FIG. 104: MALHA E MÓDULO BASE PARA EDIFÍCIO MODULAR- ÁREA MÓDULO 15M2.....	210
FIG. 105: FORMA BASE EDIFÍCIO REPETIÇÃO DE 3 MÓDULOS BASE.	210
FIG. 106: IMAGEM ÁREA DE PARTE DA CAPARICA	210
FIG. 107: ORIENTAÇÃO DO EDIFÍCIO FACE AOS PONTOS CARDEAIS.....	211
FIG. 108: ORGANIZAÇÃO FUNCIONAL INTERIOR.	211
FIG. 109: SOMBREAMENTO FIXO: INCIDÊNCIA DOS RAIOS SOLARES ÀS 13.00H.....	211
FIG. 110: VENTILAÇÃO CRUZADA-ESTRATÉGIA PASSIVA DE ARREFECIMENTO.	212
FIG. 111: PLANTAÇÃO DE VEGETAÇÃO DE FOLHA PERSISTENTE,	212
FIG. 112: APROVEITAMENTO E RECICLAGEM DAS ÁGUAS PLUVIAIS E CINZENTAS.	212
FIG. 113: ALÇADOS E MATERIALIDADE.....	212
FIG. 114: PAINÉIS SOLARES TÉRMICOS NA COBERTURA.	213
FIG. 115: MÁQUINA LAVAR DE ROUPA	213
FIG. 116: MÁQUINA DE LAVAR LOIÇA.....	213
FIG. 117: FORNO	213
FIG.118: TV LED 50	213
FIG. 119: LÂMPADAS	213
FIG. 120: PLANTA DE ILUMINAÇÃO.....	213
FIG. 121: CONTENTOR DE RECICLAGEM DOMÉSTICA.....	214
FIG. 122: HORTA E PONTO DE COMPOSTAGEM DOMÉSTICO.	214
FIG. 123: LOCALIZAÇÃO DOS ECOPONTOS.....	214

SOBRE ESTE MANUAL

PARA QUEM É ESTE MANUAL?

- Para todos os que pretendam saber mais sobre a construção modular sustentável em madeira e as suas possíveis aplicações em Portugal.
- Para arquitectos que pretendam aprofundar os seus conhecimentos sobre estratégias sustentáveis passíveis de aplicar na construção modular em madeira
- Para os curiosos que pretendem descobrir maneiras mais ecológicas e sustentáveis de construir, de forma a contribuírem para um equilíbrio do planeta.

SOBRE O QUE É ESTE MANUAL?

- Este manual ilustrado trata estratégias sustentáveis aplicáveis ao sistema modular. Demonstra a partir de ilustrações como é possível aproveitar as características bioclimáticas de um local, de forma a melhorar a arquitectura e a sua vivência interior.

PARA QUE É QUE ESTE MANUAL DEVE SER USADO?

- Deve ser usado como uma referência para quem procura construir num sistema modular e procura a eficiência e sustentabilidade na construção.
- Deve ser usado para planear e estudar estratégias sustentáveis de construção.

PARA QUE É QUE NÃO DEVE SER USADO?

- Como substituto de aconselhamento por parte de arquitecto/projectista ou empresa de construção.
- Como regra para a construção modular sustentável, pois existem várias opções para este tipo de construção que poderão ser aconselhadas dependendo da obra em questão por parte de especialistas.

Este manual foi realizado como parte de um capítulo da dissertação de mestrado, sobre a “ECO-ARQUITECTURA: Casas modulares sustentáveis em Portugal” e pretende servir de referência aquando este tipo de construção.

Ao longo do manual irão aparecer símbolos e dicas, devidamente identificados, para ajudar na interpretação e compreensão das diferentes estratégias e modelos.

Ao longo do manual serão apresentadas problemáticas e possíveis resoluções através do esquema:

Problemática:



Solução eficiente



Solução menos eficiente

COMO ESTÁ DIVIDIDO ESTE MANUAL

O Manual Ilustrado: estratégias para a construção modular sustentável em madeira em Portugal encontra-se dividido em três secções.

A **secção 1** corresponde aos factores que influenciam a escolha do local, estratégias bioclimáticas que a este estão associadas e às estratégias activas possíveis de implementar.

A **secção 2** corresponde à escolha do sistema modular sustentável a utilizar.

A **secção 3** corresponde a um exemplo explicativo de uma implantação e escolha de uma construção modular em Portugal.

POSSÍVEIS FORMAS DE UTILIZAR O MANUAL

Na página 158 (índice) poderá ser direccionado directamente para a estratégia desejada, sobre a qual quererá conhecer ou aprofundar conhecimento sobre.

Na mesma página, encontra-se uma listagem das formas de construção modular sustentáveis em madeira possíveis de aplicar em Portugal. Aí, poderá ser redireccionado para o sistema desejado.

Pode ir-se directamente ao glossário onde se encontra a definição dos termos e conceitos, esclarecendo dúvidas gerais sobre os termos utilizados.

Pode começar pela secção 1, se não tiver escolhido o terreno de construção e quiser saber quais os factores que implicam a escolha do mesmo.

Pode começar pela secção 2 se já possuir um terreno de construção e quiser saber apenas quais os sistemas modulares sustentáveis passíveis de serem aplicados e as suas características.

Ou pode ainda começar pela última secção, se apenas quiser saber como é passível de ser aplicado um destes sistemas num terreno pré-existente, tirando partido das suas características intrínsecas.

1.INTRODUÇÃO

Actualmente, quando as pessoas procuram livros sobre construção modular sustentável, defrontam-se com uma quantidade de informação dissipada e desconexa sobre a qual é difícil trabalhar. Caso tenham conhecimentos sobre a temática mais facilmente encontram um fio condutor, de modo a poder encontrar a informação de que necessitam. Caso contrário, todo este “novo mundo” pode parecer demasiado confuso e complexo, quando na realidade não o é.

Este pequeno manual veio complementar a informação pré-existente, tentando agregar toda a informação dispersa num pequeno livro, de forma a tornar mais perceptível e de agradável leitura aos curiosos sobre o tema. Assim, formula-se um pequeno manual ilustrado que pretende chegar a todos os interessados sobre o tema, não só aos especialistas mas a toda a população que pretenda obter mais informação sobre a construção modular sustentável em madeira. Apesar de existirem inúmeras estratégias e sistemas de construção, neste pequeno manual serão seleccionadas as que parecem mais relevantes no que toca à temática e as que mais eficiência e sustentabilidade trazem a um projecto de construção modular em madeira. O manual irá focar-se principalmente no aproveitamento das características bioclimáticas do local de edificação; no entanto, irá apresentar outras soluções arquitectónicas para a questão da sustentabilidade e da construção modular.

Ao longo do manual, serão exibidas diversas estratégias, através de imagens alusivas ao texto, de forma a explicar melhor as mesmas e também de pequenos esquemas complementares.

PROBLEMAS AMBIENTAIS ACTUAIS:

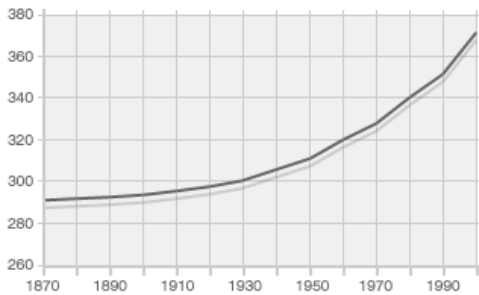


Fig. 1: Concentração Global de CO₂ na atmosfera (ppm). (UNEP)

CURIOSIDADE:

A ONU prevê que a população mundial aumente de 7,3 bilhões (2017) de habitantes para 9,7 bilhões (2050).

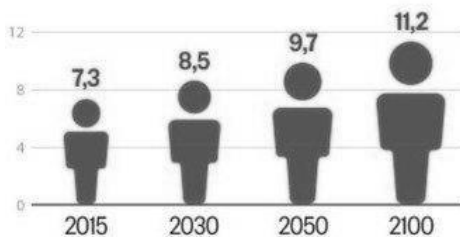


Fig. 2: Previsão para o crescimento populacional (bilhões de pessoas) (ONU).

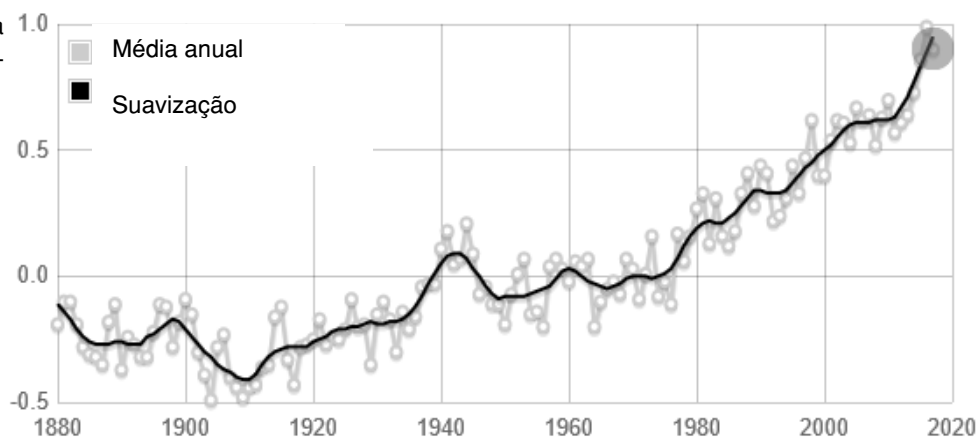
Actualmente, defrontamo-nos com uma crise ambiental para a qual temos de encontrar resposta, o mais rapidamente possível, de modo a conseguir combater o rumo que o planeta está a tomar.

A construção, sendo uma das actividades que mais afecta a gestão dos recursos naturais, é uma das áreas que requer uma mudança drástica no seu pensamento e forma de concepção. Para isso, a arquitectura modular apresenta uma solução possível, aliando os princípios modulares à sustentabilidade que nela podem ser inseridas.

A preocupação com o meio ambiental tem vindo a aumentar nos últimos anos, havendo uma preocupação em combater o aumento das temperaturas do ar (Fig.3) e o degelo dos pólos, causados pelo aumento da concentração dos gases de efeito de estufa (Fig.1). Também o aumento da população é um factor de risco para o planeta Terra, visto que estamos perante um planeta à beira da escassez de recursos, em que a tendência é que o consumo seja cada vez mais insustentável.

A cada ano que passa, graças ao Ser Humano e à poluição que este gera, o número de membros de população com problemas de saúde aumenta. Ameaçamos não só a qualidade de vida da nossa espécie como a de outras espécies animais e vegetais. Os oceanos estão cada vez mais poluídos e as grandes zonas verdes no planeta estão a desaparecer mais rapidamente do que previsto.

Fig. 3: Aumento da temperatura 1880-2018. (<https://climate.nasa.gov>)



MANUAL ILUSTRADO:

O consumo e a gestão insustentável dos recursos terrestres, a poluição dos mares e oceanos (Fig.4), a destruição das florestas (grandes fontes de oxigénio e de vida), a extinção de espécies da Natureza, no geral, o rumo que o planeta está a levar tem de ser travado. É necessária uma mudança rápida no pensamento do Ser Humano e é urgente tomar uma atitude face às drásticas mudanças que ameaçam o nosso planeta e a qualidade de vida das gerações futuras.

COMO É QUE A CONSTRUÇÃO INFLUÊNCIA O PLANETA TERRA E O SER HUMANO

O sector da construção é o responsável pelo consumo de 50% dos recursos naturais (Raes Pinto, 2015) e é um dos com maior impacte ambiental no planeta. Segundo a Agenda 21 para a Construção Sustentável (Fig.6), o sector da construção consome entre 40% a 50% da energia, produz cerca de 30% das emissões de CO_2 e gera cerca de 40% de todos os resíduos gerados pelo Ser Humano.

Um dos maiores problemas que o Ser Humano enfrenta actualmente relativamente à construção é o facto de esta não ter acompanhado as mudanças da vivência do Homem e o tempo que este despende nos espaços interiores. Na actualidade, com a evolução da tecnologia e com o aumento do sedentarismo a população passa 80-90% do seu tempo no interior dos espaços; no entanto, estes não estão preparados para tal vivência. Uma vez que os espaços não acompanharam esta drástica mudança de utilização dos mesmos, os materiais e características dos mesmos acabam por influenciar negativamente os seus utilizadores. O número de doenças relacionadas com alergias e problemas respiratórios dos habitantes destes mesmos espaços aumentou, devido à fraca qualidade interior, fraca e deficiente ventilação, falta de isolamento dos espaços, toxicidades dos materiais utilizados nos revestimentos, à humidade existente no interiores dos espaços, entres outras.

MANUAL ILUSTRADO:

Estratégias para a construção modular sustentável em madeira em Portugal 169



Fig. 4: Poluição dos oceanos com plásticos, destrói não só as paisagens como as vidas de muitos animais marinhos que vivem nos mesmos. (Fotografia: Erik De Castro, Reuters)



Fig. 5: Sector da Construção tem um enorme impacte no ambiente. (dreamstime)

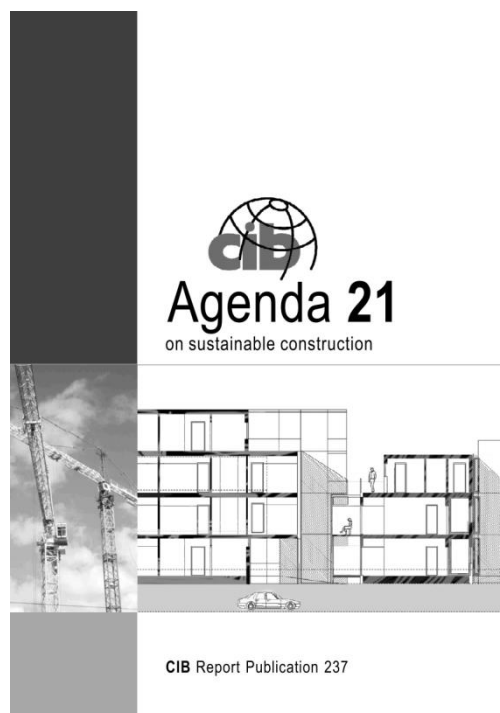


Fig. 6: Agenda 21 on sustainable construction. (researchgate)

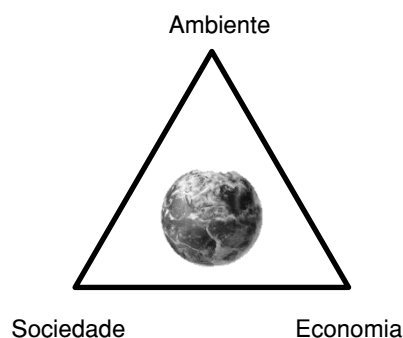


Fig. 7: Três Dimensões do Desenvolvimento Sustentável.

O QUE É A SUSTENTABILIDADE

Para compreender o que é uma construção sustentável é necessário entender o conceito que está por detrás deste tipo de construção. Falar de sustentabilidade de uma edificação não é apenas falar de protecção do ambiente e preocupação com ecologia. A sustentabilidade é um conceito que é conseguido pelo equilíbrio de três condicionantes, a económica, a social e a ambiental (Fig.7). Para conceber uma edificação sustentável é necessário ter em atenção que as três dimensões da sustentabilidade estejam asseguradas, garantindo a adaptabilidade dos espaços aos diversos utilizadores, mostrando preocupação com as questões económicas associadas à construção e, por último, preocupando-se com a envolvente em que o edifício se encontra e os impactes que este tem para com o ambiente.

COMO SABER SE O MEU EDIFÍCIO É SUSTENTÁVEL?

BREEAM®

Logotipo BREEAM



Logotipo LEED



Logotipo LiderA

Fig. 8: Logótipos oficiais das empresas de certificação.

Um edifício sustentável é um edifício certificado por um sistema de certificação que garante, através de diversos estudos e análises, que este cumpre os requisitos obrigatórios para ser considerado sustentável.

Existem várias empresas que atribuem certificações energéticas entre elas, é de fazer relevância ao sistema americano LEED (*Leadership in Energy and Environment Design*), o sistema inglês BREEAM (*Building Research Establishment Assessment Method*) e o sistema nacional LiderA (Liderar pelo Ambiente) (Fig.8). Qualquer destas certificações acompanha a obra desde a fase de projecto até à fase de utilização do mesmo, avaliando diversas áreas e diferentes critérios, obtendo certificações distintas nas diversas fases, permitindo ao cliente compreender quais os parâmetros mais ou menos sustentáveis da sua edificação. No final, é atribuído um nível de certificação que varia consoante o sistema escolhido para a avaliação.

MANUAL ILUSTRADO:

PORQUE É QUE É QUE A CONSTRUÇÃO MODULAR É MAIS SUSTENTÁVEL QUE A TRADICIONAL

A construção modular é um sistema de construção em espaço fechado, em fábrica (Fig.9), que permite um maior controlo e segurança, não só dos elementos construídos (diminuindo o risco de defeitos e erros) como dos trabalhadores. Este ambiente controlado, permite uma redução da poluição e ruído emitido durante a obra e garante a redução dos resíduos gerados. Outra das características desta construção é que permite a redução dos desperdícios e permite um aumento da reutilização e reciclagem dos materiais, devido ao facto de ser um tipo de construção que, em fim de vida, é desmantelada e os seus materiais podem ser reutilizados para outros fins ou transformados. Outro facto é que diminui o impacto que tem no local de implantação e reduz o impacto nos ecossistemas do mesmo (Fig.10).

PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO MODULAR SUSTENTÁVEL

Os princípios da construção modular sustentável são baseados nos princípios da construção sustentável; no entanto, são aliados à rapidez, adaptabilidade e economia deste sistema de construção.

- Localização Sustentável, aproveitamento das características bioclimáticas locais;
- Uso de Materiais Eco-eficientes;
- Gestão eficiente dos recursos água e energia, em todas as etapas de construção;
- Uso de fontes de energia renováveis (Fig.11);
- Garantir conforto no interior do edifício, através de soluções passivas e activas;
- Utilização de materiais eco-eficientes;
- Reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos da construção (Fig.12);
- Garantir a durabilidade do edificado;
- Formular o projecto, pensando em todo o seu ciclo de vida.

MANUAL ILUSTRADO:

Estratégias para a construção modular sustentável em madeira em Portugal 171



Fig. 9: Fábrica de Construção Modular (coloradobuildingsystems).



Fig. 10: Montagem dos módulos de uma edificação no local de implantação. (ArchiExpo)

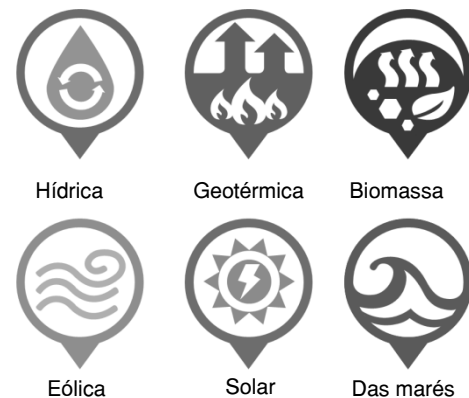


Fig. 11: Símbolos das Fontes de Energia Renováveis. (<http://actionforclimate.deqp.go.th>)



Fig. 12: Logotipo dos 3R's: Reduzir, Reciclar e Reutilizar.

QUAIS OS MATERIAIS QUE PODEM SER APLICADOS NA CONSTRUÇÃO MODULAR?

A materialidade da estrutura e do revestimento das construções modulares depende da empresa com a qual se está a trabalhar e do desejo do cliente. Quando se fala de sustentabilidade, o material mais sustentável para este tipo de construção é sem dúvida a madeira, por todas as características amigas do ambiente que a ela estão associadas. No entanto, várias empresas garantem algum nível de sustentabilidade utilizando estruturas em LSF (*Light Steel Framing*) ou até mesmo em blocos de betão. Relativamente aos revestimentos, estes podem ser em diversos materiais. Mais uma vez, a madeira é um dos materiais mais utilizados, quando se trata da temática da sustentabilidade; no entanto, neste caso existe uma enorme paleta de revestimentos à escolha do cliente, podendo até ser em pedra.

PORQUE É QUE ESTE TIPO DE CONSTRUÇÃO NÃO É MAIS COMUM?

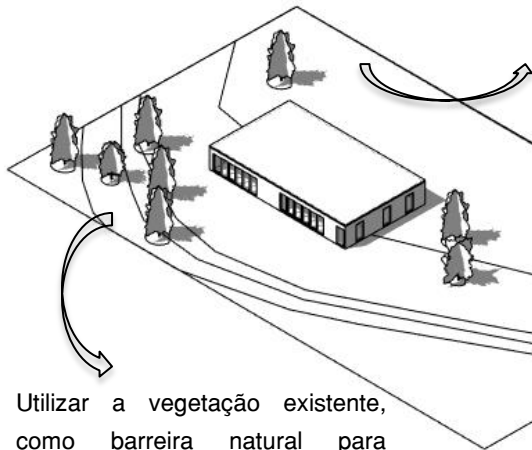
O desconhecimento sobre esta temática leva muitas vezes a erros de pensamento acerca da mesma, levando a dúvidas e incertezas sobre este tipo de construção. O facto de a construção modular ser ainda hoje associada a construção móvel e de pouca qualidade faz com que esta não seja tão procurada no mercado actual, sendo no entanto uma falsa questão, visto que a construção modular pode ser fixa com fundações permanentes ao local de implantação e usufruir das mesmas condições e de segurança que a construção tradicional. Outra das questões postas por parte da sociedade relativamente a este sistema de construção é a sua durabilidade e resistência. Ao contrário do que a maioria da população pensa, a madeira é um material de elevada resistência ao fogo. Ao contrário do aço que, quando submetido a altas temperaturas se deforma e ao betão que se destrói, uma estrutura em madeira mantém-se erecta, apesar de o seu exterior carbonizado.

2. ESTRATÉGIAS PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Neste capítulo, é apresentado um conjunto de estratégias a serem adoptadas no desenho e na construção sustentável. É de salientar que nem todas as construções apelidadas de sustentáveis apresentam reunidas todas estas estratégias de desenho retratadas. No entanto, aqui encontram-se reunidas diversas estratégias, abordando diferentes temáticas e recursos a serem preservados. Serão apresentadas estratégias de aproveitamento das características locais, de reaproveitamento e gestão de águas, iluminação, soluções activas de aquecimento e arrefecimento dos espaços entre outras.

ESCOLHA DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO

Estudar a topografia do terreno, de modo a tirar partido das vistas e da orientação solar.



Utilizar a vegetação existente, como barreira natural para sombreamento e contra os ventos predominantes.

Fig. 13: A escolha do local de implantação deve ser subjugada a um estudo prévio do terreno, de forma a garantir o melhor proveito das características locais.



Fig. 14: A distância aos equipamentos mais próximos é um dos factores a ter em conta aquando a escolha da localização de um novo edifício.



Fig. 15: As acessibilidades e transportes mais próximos do local são factores importantes na escolha do mesmo, pois reduzem a necessidade de utilizar transporte individual, contribuindo para a redução da poluição.

Estas são algumas das questões que devermos ter em conta aquando a escolha de um terreno. No entanto, existem outras questões a considerar, como por exemplo: se o local não for isolado, qual é o PDM da urbanização? Terá a localização valor histórico ou cultural? Se for isolado, quais são as infra-estruturas existentes? É necessário que a minha casa seja auto-sustentável?

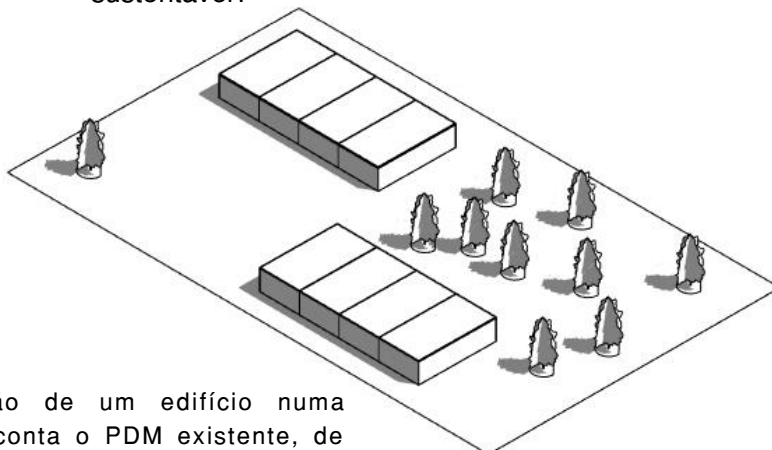


Fig. 16: Ao fazer a implantação de um edifício numa urbanização é necessário ter em conta o PDM existente, de forma a integrar-se no contexto.

MANUAL ILUSTRADO:

Protecção e conservação dos ecossistemas

Além das questões mencionadas anteriormente, aquando a escolha do local de implantação, existe outra questão de extrema importância a considerar no momento da implantação do mesmo: os ecossistemas existentes. Ao interferirmos com um ambiente natural, tornando-o num ambiente construído, há que ter em atenção as formas de vida existentes na localização, de modo a poder preservá-las e a diminuir ao máximo o impacte que teremos nos diversos ecossistemas-vegetal e animal. Devemos respeitar o espaço da implantação do edifício de modo a proteger ao máximo, dentro das possibilidades de desenho, as zonas verdes, linhas de água, os espaços agrícolas e os habitats naturais e as espécies existentes.

Existem duas grandes questões que devem ser equacionadas, de forma a causar o menor distúrbio a estes ecossistemas. A primeira questão a ter em conta é a iluminação que vai ser introduzida num local, anteriormente virgem. Há que ter em atenção o excesso de iluminação que irá ser produzida, especialmente durante a noite, de forma a poder controlá-la e a não incomodar a vida nocturna. Este controlo pode ser feito através de protecção dos vãos para impedir a dispersão da luz do interior para o exterior, utilizar luzes com sensores de movimento ou temporizadores, utilizar luzes direccionadas que minimizem a dispersão da luz, no exterior utilizar iluminação só em lugares estritamente necessários e, para iluminar caminhos, utilizar luzes rasteiras ao chão.

A outra questão é o ruído produzido, não só durante a concepção da obra, mas também durante a sua utilização. Durante a concepção da obra, há que tentar reduzir o impacte no local. Neste caso, a construção modular é a solução mais vantajosa neste tópico, devido ao facto de ser feita em fábrica e o tempo em terreno ser reduzido e ser possível escolher fundações de baixo impacte no mesmo.

MANUAL ILUSTRADO:

Estratégias para a construção modular sustentável em madeira em Portugal 175

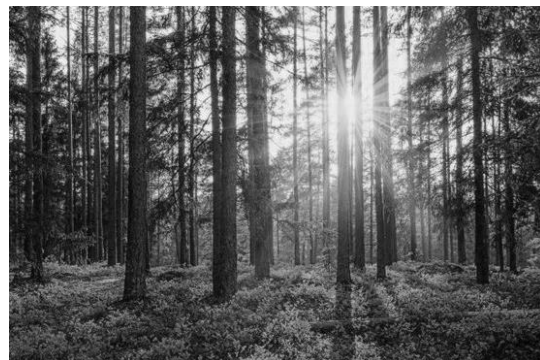


Fig. 17: A conservação dos ecossistemas naturais é uma questão de extrema importância quando se projecta um edifício eco/sustentável. (Observador)

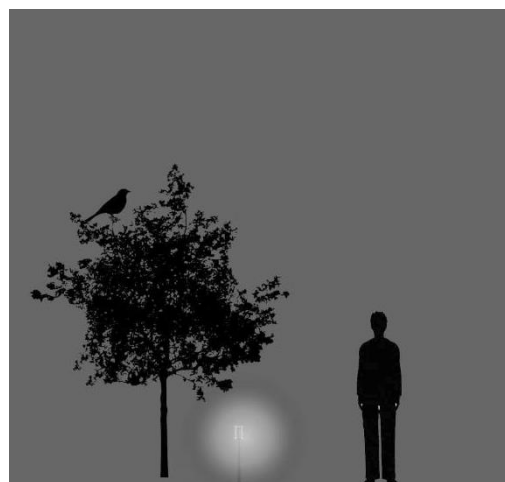


Fig. 18: A contaminação luminosa nocturna é prejudicial para os ecossistemas. Deve privilegiar-se o uso de candeeiros com iluminação direccionada ou candeeiros rasteiros para reduzir a dispersão da luz.

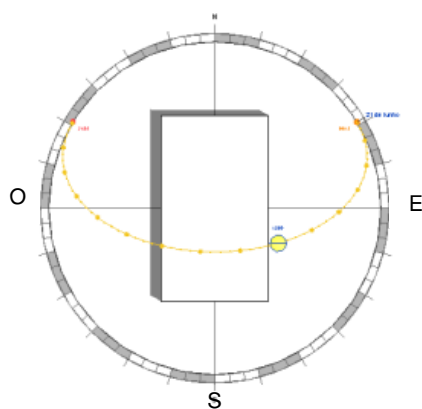


Fig. 19: Montagem edifício modular, redução do impacte ambiental local. (Wikkelhouse)

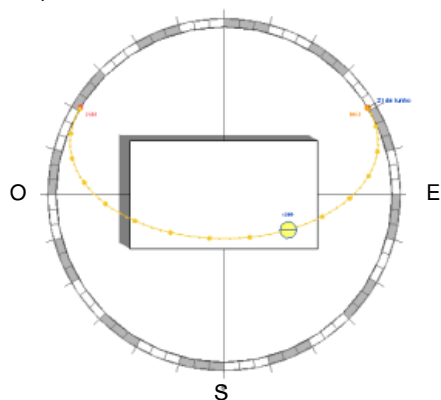
1. Como orientar uma habitação no terreno aproveitando a orientação solar?



Maior Fachada orientada a Este e Oeste



Maior Fachada orientada a Sul e Norte



A fachada de maior comprimento deve estar orientada N/S de modo a obter o máximo de radiação solar no Inverno.

2. Como fazer a organização dos espaços internos de uma habitação?



Zonas de serviços orientadas a Sul, zonas comuns e quartos orientadas a Norte.



Zonas comuns orientadas a Sul, quartos a sudeste, Sala de jantar a Este e Zonas de serviços a Norte.

As zonas onde os utilizadores despendem mais tempo devem encontrar-se viradas a Sul, Sudeste e Este.

DESENHO PASSIVO:

Um desenho passivo de uma edificação é um desenho que tem em conta os factores bioclimáticos, aproveitando ao máximo as características do local de implantação.

Orientação Solar:

A orientação solar é um dos factores mais importantes a ter em conta, na orientação de um edifício. Um edifício orientado no terreno, utilizando um desenho passivo, aproveitando a radiação solar e a iluminação, diminui a necessidade de soluções activas e de excessiva iluminação artificial. A própria topografia do terreno de implantação e mesmo o edificado envolvente pré-existente poderão ter efeito na incidência solar no novo edificado, funcionando a favor ou contra a incidência dos raios solares; podendo funcionar a favor reduzindo a necessidade de introdução de estratégias activas para a redução da intensidade dos raios solares ou contra se retirar a possibilidade de incidência dos raios solares no Inverno e forem necessárias estratégias activas para aquecimento do espaço nessa estação.

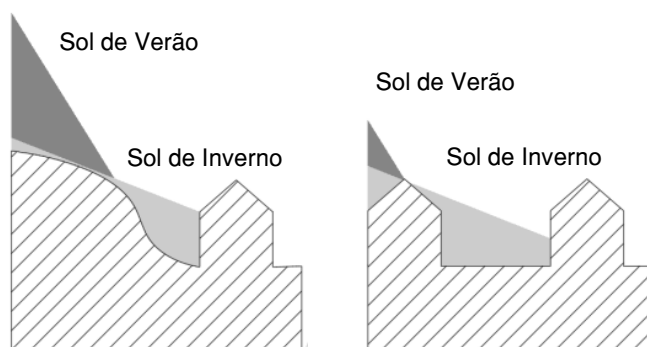


Fig. 20: Efeito que a topografia e a urbanização podem ter na incidência dos raios solares na edificação.

Ao desenhar a orientação de um edifício no terreno é necessário ter em conta o percurso do sol nas diferentes estações do ano, de forma a garantir que a incidência dos raios solares é gerida da forma mais eficiente ao longo do ano.

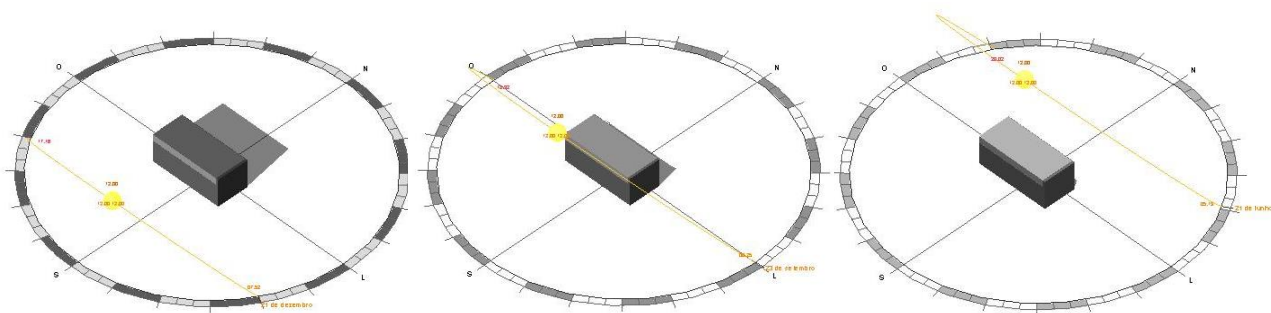


Fig. 21: Estudo do percurso solar nas diferentes estações: à esquerda Inverno, no Centro Primavera e Outono e à direita Verão (Lisboa).

O desenho passivo das fachadas deve considerar conseguir a maior incidência interior dos raios solares no Inverno e garantir a protecção dos mesmos durante o Verão, assegurando o conforto térmico interior. Deve-se então conciliar estes dois factores e criar um desenho de fachadas com sombreamentos que permitam a entrada dos raios solares do sol de Inverno e inibam a entrada dos raios de Verão.

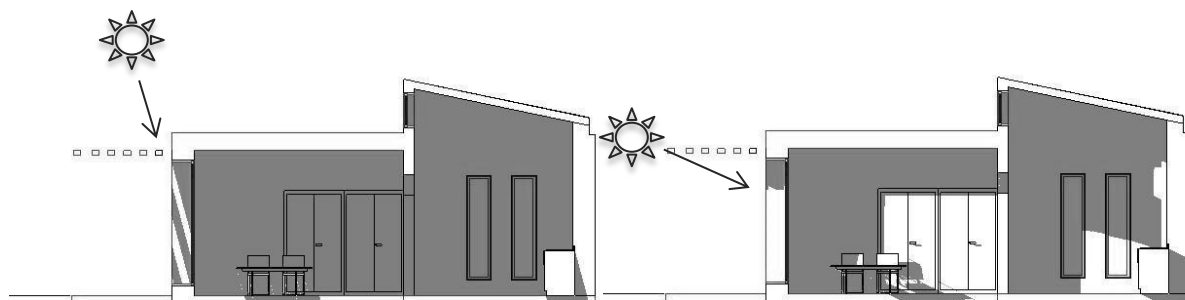


Fig. 22: Incidência dos raios solares na fachada Sul ao meio dia, à esquerda a 21 de Junho e à direita a 21 de Dezembro (Lisboa).

Relativamente aos vãos e ao aproveitamento da luz solar no espaço interior, este pode ser conseguido de duas formas, através de vãos laterais ou zenitais. No entanto, há que ter em consideração, as vistas do interior sobre o exterior, conjugando estas com a iluminação natural e com o aquecimento dos espaços.

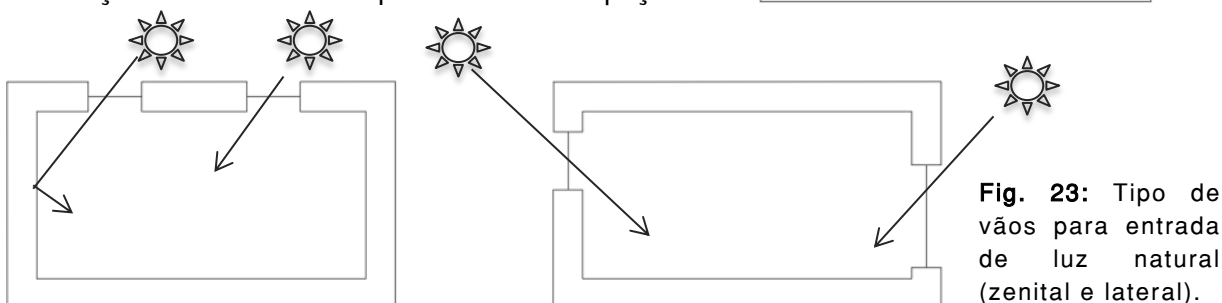


Fig. 23: Tipo de vãos para entrada de luz natural (zenital e lateral).

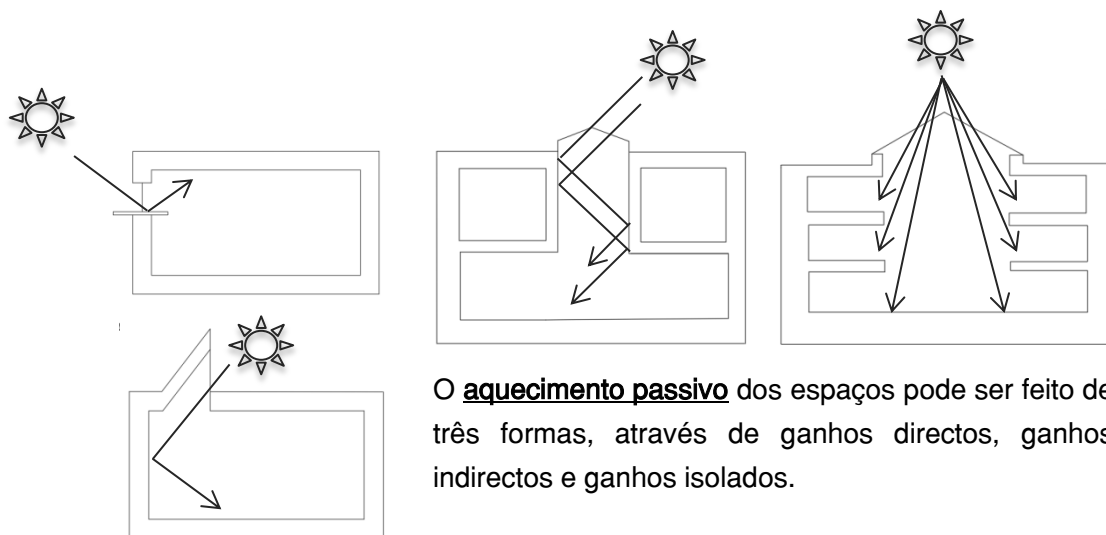


Fig. 24: Formas de iluminação do espaço interior, através de estratégias de reflexão e de criação de pátios internos.

O **aquecimento passivo** dos espaços pode ser feito de três formas, através de ganhos directos, ganhos indirectos e ganhos isolados.

Os **ganhos directos** são um sistema simples de aquecimento passivo. Estes ganhos são conseguidos através da incidência directa dos raios solares no interior (no pavimento e paredes) através dos vãos.

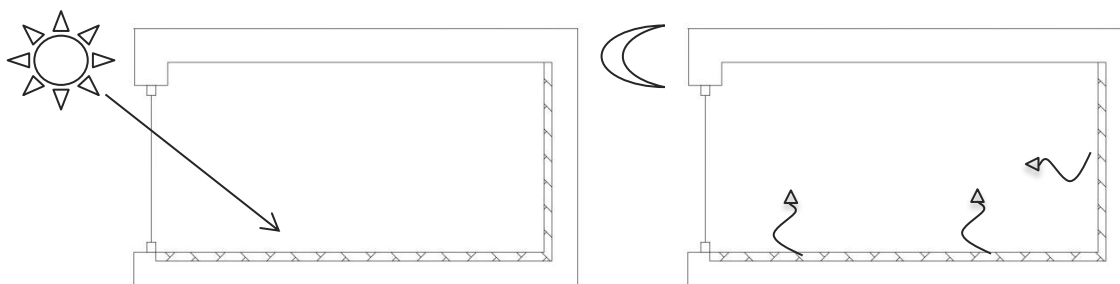


Fig. 25: Ganhos directos de energia: de dia, o sol incide sobre o interior do edifício e o calor é acumulado na massa térmica dos materiais de revestimento interior e, à noite, com as diferenças de temperatura é libertado.

Os **ganhos indirectos** funcionam à base da massa térmica de um material opaco colectador de calor. Os raios solares diurnos incidem sobre uma determinada parede e a energia é acumulada na massa térmica da mesma, sendo libertada quando a temperatura baixa. Uma das formas de aumentar a capacidade térmica destas paredes é revesti-las exteriormente com um material ou pintura de cor escura.

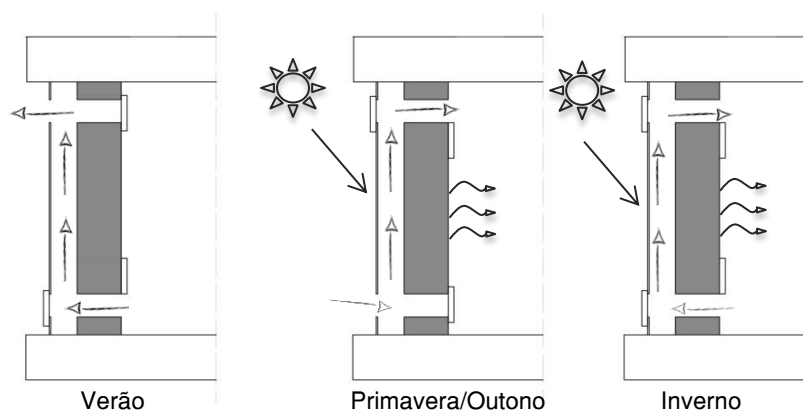


Fig. 26: Funcionamento da parede de Trombe durante as diferentes estações.

Existem vários tipos de paredes térmicas, sendo que, a mais conhecida é a parede de trombe (Fig.26). No entanto, como este sistema é completamente opaco e não permite a entrada de luz no espaço, existem outras soluções como a parede de água. Esta solução tira partido das potencialidades térmicas da água e da transparência da mesma, deixando iluminar o espaço interior.

Os **ganhos isolados**, também conhecidos por ganhos combinados, são sistemas de captação de ganhos solares. Através de uma estufa ou compartimento fechado em vidro agregado ao edifício principal, nele incide luz directa. Aqui, o calor é acumulado, armazenado na massa térmica e transmitido para os espaços do edifício principal por condução. Se existir circulação de ar por orifícios para ventilação, este calor pode ser transmitido por convecção.

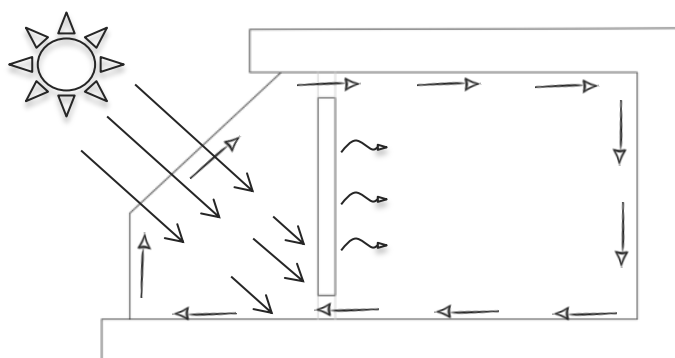


Fig. 27: Funcionamento de estufa anexa a edifício principal- ganhos isolados.

Sombreamento

A preocupação com o aquecimento passivo dos espaços no Inverno apresenta o inconveniente da excessiva radiação solar que incide directamente sobre os vãos e fachadas durante o Verão, causando desconforto térmico no interior dos espaços. Para controlo deste inconveniente são utilizadas estratégias de sombreamento e protecção solar fixas ou reguláveis como palas horizontais, verticais ou mistas (lameladas ou continuas); estores internos ou externos (manuais ou eléctricos) ou vidros com protecção e reflexão da radiação solar. Estes sombreamentos, como já demonstrado acima

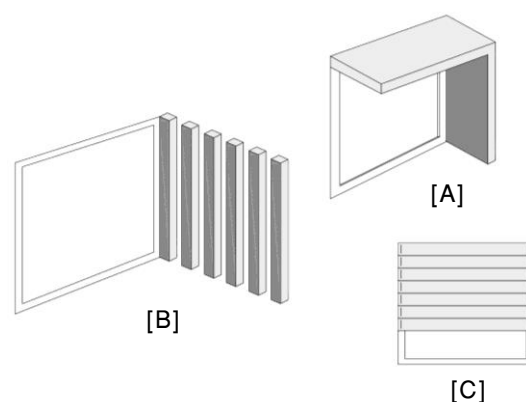


Fig. 28: Tipos e Sombreamento Exterior: [A] Pala Mista Continua [B] Sombreamento Vertical Lamelado [C] Estore Exterior.

(Fig.22), devem conciliar a situação de Verão com a de Inverno, permitindo a entrada da radiação nos espaços no Inverno e inibindo a entrada dos raios solares no Verão.

Ventos:

O desenho passivo de um edifício tem de ter em conta os ventos predominantes, a sua direcção, frequência e intensidade, de forma a poder utilizar estes mesmos ventos para arrefecimento e ventilação dos espaços, protegendo, no entanto, o edifício de vento intenso para não causar desconforto aos utilizadores do espaço.

Para isso, inicialmente deve ser feita uma rosa dos ventos, de modo a descobrir o padrão dos ventos locais e quais as características naturais locais que possam ajudar na captação ou protecção destes ventos.

Há que ter em conta, aquando a implantação de um edifício, os fluxos de ar e diversos efeitos que podem surgir quando uma edificação é inserida no meio urbano, a fim de garantir o conforto não só do utilizador do espaço como dos utilizadores do espaço urbano.

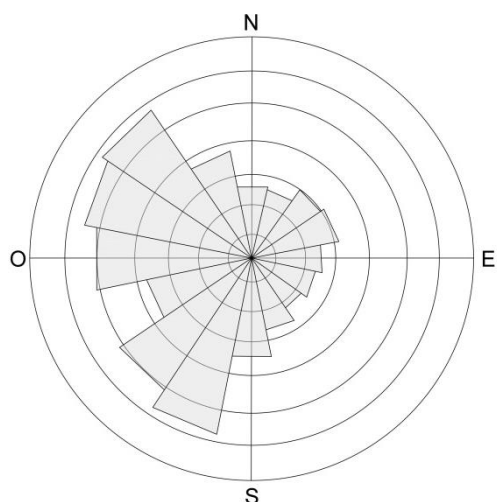


Fig. 29: Orientação e intensidade dos ventos dos ventos locais.

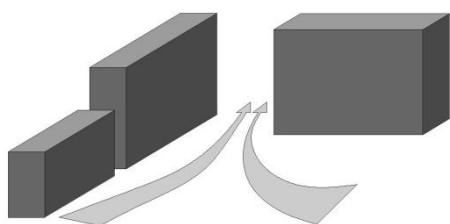


Fig. 32: Efeito Venturi - aumento da velocidade do ar, devido a afunilamento/estreitamento do espaço.

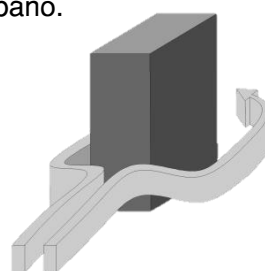


Fig. 31: Efeito Esquina - aumento da velocidade do ar nas esquinas do edifício.

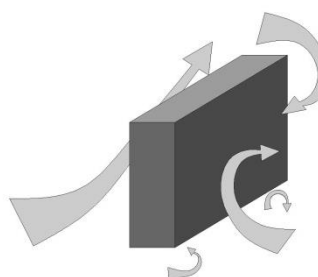


Fig. 30: Efeito Esteira - gera remoinhos e turbulência devido às diferenças de pressão entre as fachadas.

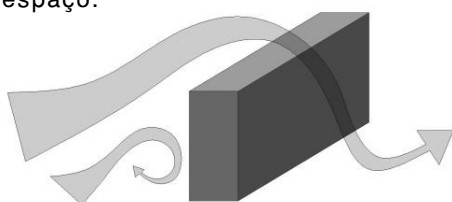


Fig. 34: Efeito Barreira - diminuição da velocidade do vento devido à transposição deste a um obstáculo de dimensão considerável.

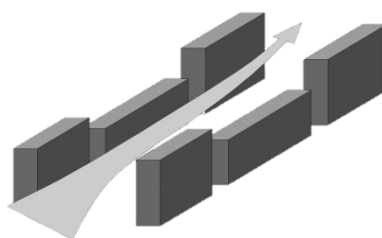


Fig. 33: Efeito Corredor - gera correntes de ar frio resultantes de um corredor entre duas barreiras de edifícios.

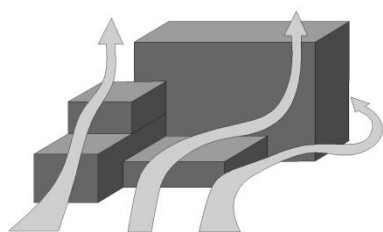


Fig. 35: Efeitos Pirâmide

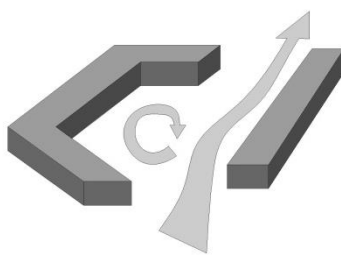


Fig. 36: Efeitos Malha

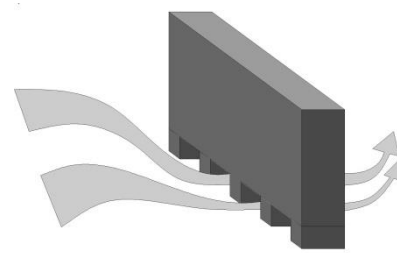


Fig. 37: Efeitos Pilotis

No espaço rural, estes ventos podem ser atenuados por componentes naturais como vegetação ou através da própria topografia (Fig.38). No entanto, aquando a utilização de barreiras de vegetação para protecção dos ventos dominantes, é necessário ter em conta um factor: qual a estação do ano durante a qual se pretende a protecção dos ventos de forma a saber qual a espécie arbórea a utilizar (folha caduca ou persistente). Quanto maior for a densidade da vegetação, mais difícil é a penetração dos ventos dominantes; por isso, se o objectivo é a protecção contra os ventos no Inverno, aconselha-se a utilização de vegetação de folha persistente (Fig.39).

Por outro lado, a vegetação também pode ser utilizada para proteger da radiação solar excessiva, do ruído, para absorver poluentes deixando o ar mais limpo e como forma de diminuição da temperatura superficial dos espaços, quando utilizada como cobertura ou parede vegetal. Dependendo da densidade da vegetação esta irá oferecer uma maior ou menor protecção contra o ruído e oferecer maior ou menor zonas de sombra e protecção contra a radiação solar directa. Por essa razão, se o objectivo é apenas proteger dos ventos no Verão (e aliado a essa mesma protecção à radiação solar), aconselha-se a utilização de vegetação de folha caduca, para que no Inverno os raios solares possam penetrar no interior dos espaços (Fig.40).

Contudo, há que ter em conta a vegetação escolhida, privilegiando-se a utilização da vegetação autóctone, de espécies com reduzidas necessidades de água e que necessitam menores cuidados de manutenção.

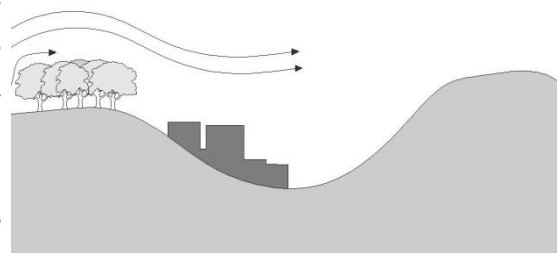


Fig. 38: Barreira topográfica e vegetal contra ventos dominantes.

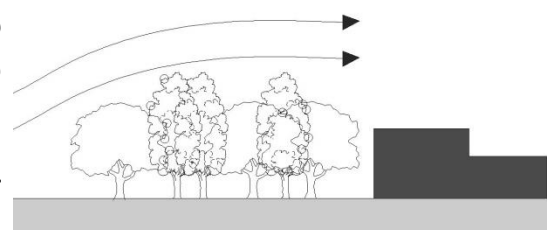


Fig. 39: Barreira vegetal folha persistente contra ventos dominantes.

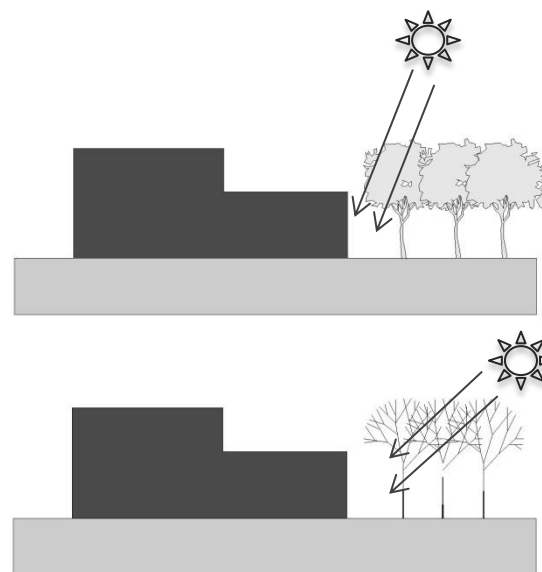


Fig. 40: Barreira vegetal folha caduca. Acima situação durante o Verão e abaixo situação de Inverno.

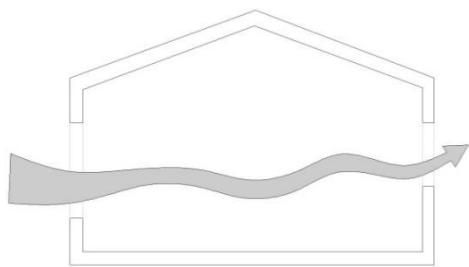


Fig. 41: Ventilação Natural Cruzada.

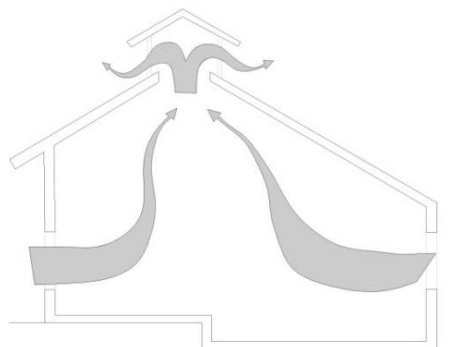


Fig. 42: Ventilação Natural Efeito Chaminé- Ar quente sobe e é libertado pelas aberturas no topo do edifício.

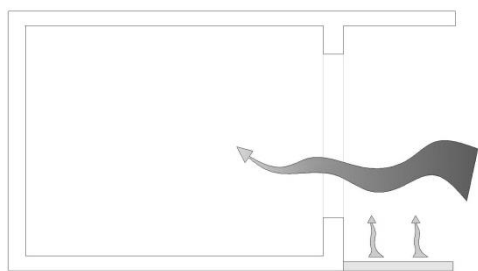


Fig. 43: Arrefecimento Evaporativo, através de espelhos de água.

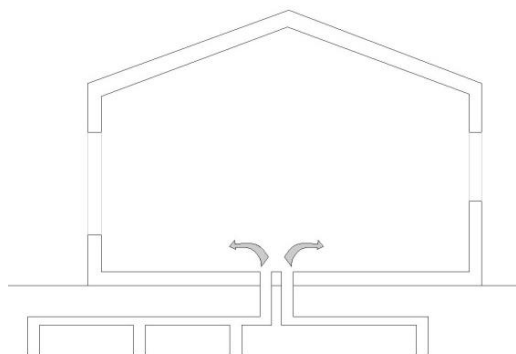


Fig. 44: Arrefecimento pelo solo-método indirecto.

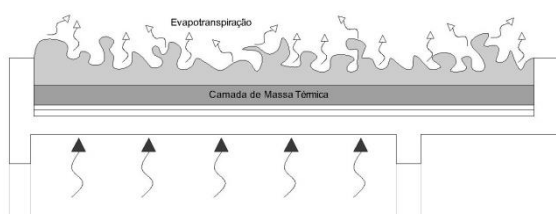


Fig. 45: Arrefecimento pela cobertura verde.

Na altura do desenho do novo edifício, deve ter-se em conta as **estratégias passivas de arrefecimento**, de forma a garantir não só o conforto térmico do espaço interior, mas também a salubridade do ar mesmo, reduzindo a necessidade de sistemas climatização.

A **ventilação natural** é a estratégia de arrefecimento do espaço mais fácil de conceber, caracterizada pela abertura de vãos de determinadas dimensões em zonas estratégicas, de forma a fazer circular o ar no espaço interior, renovando o ar existente e arrefecendo a temperatura interior. Esta ventilação pode ser de dois tipos, cruzada (Fig.41) e ventilação por efeito chaminé (Fig.42) e baseia-se nas diferenças de pressão entre a temperatura exterior e a temperatura no interior, que provocam um fluxo de ar que circula da zona de maior pressão para a zona de maior pressão.

Outra estratégia de arrefecimento passivo é o **arrefecimento evaporativo**. É um sistema que consiste na evaporação da água ou outro líquido de um determinando ambiente, arrefecendo o ar que circula pela zona (Fig.43).

Mais uma forma de arrefecimento passivo é o **arrefecimento através do solo**. Esta forma de arrefecimento consiste em aproveitar a temperatura do solo (inferior à temperatura exterior) para arrefecer o interior de um espaço. Esta estratégia pode ser utilizada de duas maneiras; directamente através da transmissão do calor por condução dos elementos da edificação ligados ao solo ou indirectamente pela ligação de tubagens ao solo que libertam o ar para o interior (Fig.44) (estratégia activa).

Também é possível arrefecer o espaço interior através do **arrefecimento pela cobertura verde**. Este sistema funciona devido às propriedades térmicas desta cobertura (controle da temperatura superficial), a terra funciona como camada de massa térmica (reduzindo as perdas e ganhos de calor entre interior e exterior) e as plantas realizam a evapotranspiração.

ILUMINAÇÃO

O estudo da iluminação de um edifício é um factor de extrema importância aquando o desenho do mesmo, devendo garantir-se que todos os espaços recebem a iluminação necessária, privilegiando-se sempre que possível a iluminação natural (Fig.46).

A iluminação artificial é uma estratégia de iluminação que assegura a iluminação em espaços onde não é possível garantir iluminação natural e permite a iluminação durante a noite. No entanto, deve-se minimizar a necessidade de iluminação artificial, fazendo um desenho do edifício que aproveite ao máximo a luz natural, pois não só os espaços com iluminação natural são espaços mais convidativos, como são mais económicos, porque reduzem a necessidade de consumo de energia e também são espaços de maior produtividade sendo que a carência de luz natural pode provocar problemas de saúde.

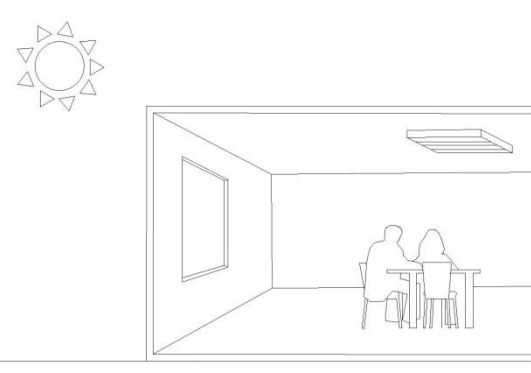


Fig. 46: Sempre que possível deve-se optar por iluminação natural, pois aumenta a produtividade e felicidade dos utilizadores do espaço.

Como já falado anteriormente (subcapítulo orientação solar), a iluminação natural é conseguida de duas formas, através de vãos envidraçados laterais ou zenitais (Fig.47). No entanto, o desenho destes vãos deve ter em conta as dimensões e orientação dos mesmos, as características dos seus componentes (materialidade dos caixilhos e tipo de vidro), a forma de abertura dos vãos e a existência de elementos de sombra e protecção da luz solar. A necessidade de iluminação natural depende das horas despendidas pelo utilizador no interior, das funções exercidas no espaço entre outros.

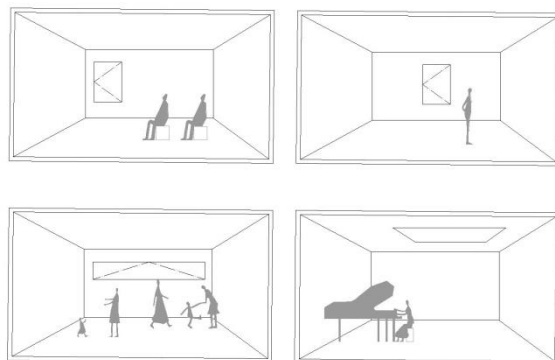


Fig. 47: A dimensão, abertura e posicionamento dos vãos envidraçados varia consoante o tempo despendido no espaço e a função exercida no mesmo.

Porém, existem outras formas de garantir a luminosidade nos espaços interiores sem necessidade de recorrer à iluminação artificial. Esta luminosidade pode ser conseguida através da utilização de acabamentos e elementos interiores com capacidade de reflexão da luz e da redução das dimensões dos espaços interiores, garantindo que a iluminação proveniente das janelas consiga chegar a toda a área interna (Fig.48).

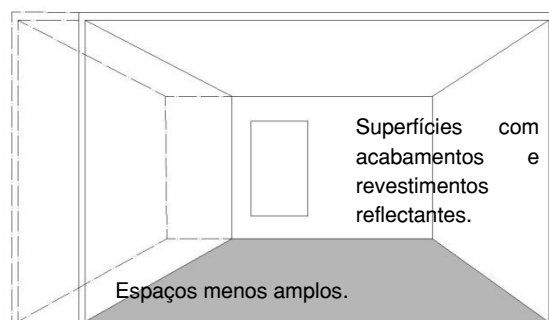


Fig. 48: Formas de minimizar a iluminação artificial.

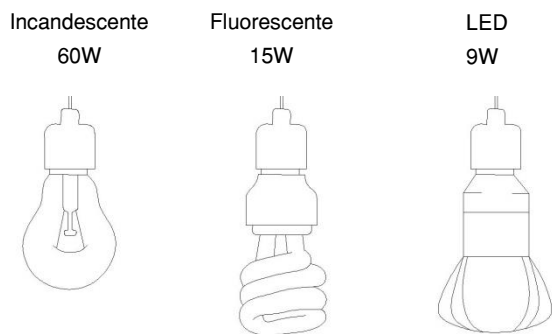


Fig. 49: As lâmpadas LED são as mais vantajosas, pois têm a vantagem de terem baixa emissão de calor, elevada durabilidade (tempo de vida útil 20.000 a 45.000 horas) e sendo necessária pouca manutenção. A grande desvantagem é o preço elevado.

A iluminação artificial, como já referido, deve ser reduzida ao máximo, no entanto quando não é possível deve optar-se por estratégias que minimizem os impactos económicos e ambientais que esta tem.

Estas estratégias começam no tipo de lâmpada aplicada nos pontos de iluminação. Deve-se sempre que possível optar por iluminação LED, devido à eficiência da mesma e à sua duração quando comparada às lâmpadas incandescentes ou fluorescentes. No entanto, as lâmpadas fluorescentes compactas também são soluções de elevada eficiência, tendo uma economia de consumo de energia de 75%, relativamente às lâmpadas fluorescentes (Fig.49).

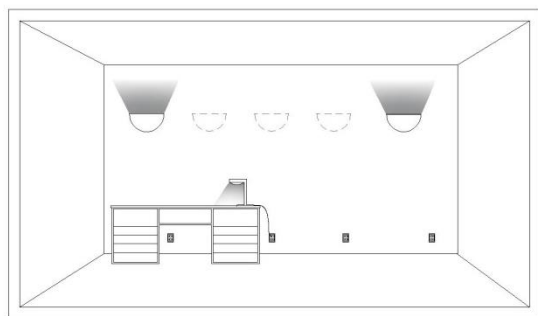


Fig. 50: Definir quais os pontos e luz essenciais num espaço, garantindo a existência de tomadas suficientes para, se necessário, a incorporação de mais pontos de luz.

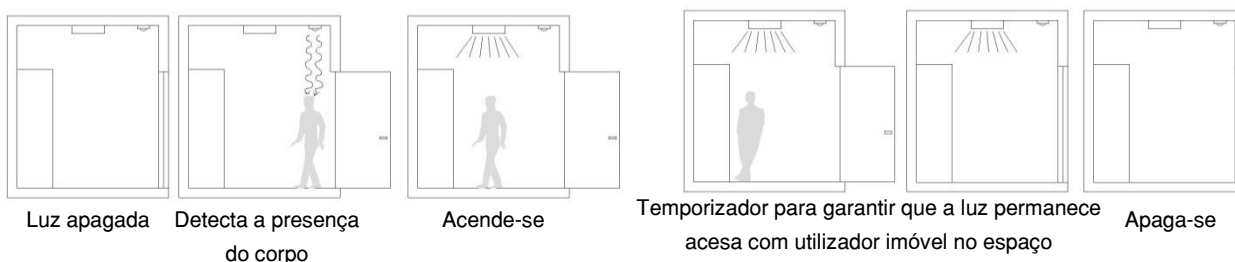
Outra forma de reduzir o consumo energético resultante da iluminação artificial é reduzir pontos de luz existentes num espaço e garantir apenas pontos de iluminação específicos e necessários (Fig.50). Ou seja, ter pontos de luz em locais que se saiba que é necessária iluminação permanente, e em locais que é apenas necessária iluminação temporária (exemplo: mesas de trabalho), colocar tomadas para iluminação temporária.

De forma a garantir que o consumo energético é reduzido devem incorporar-se sensores de controlo da iluminação como sensores de movimento, foto-sensores (medem o nível de iluminação), temporizadores e controlos manuais específicos para cada ponto de luz no mesmo espaço (reduzir o número de pontos de luzes desnecessários ligados). Quanto maior for o espaço, mais necessidade de diversos controlos de pontos de luz são necessários, de forma a reduzir o consumo energético desnecessário. O controlo mais ecológico é sem dúvida o sensor de movimento.



Fig. 51: [A] Interruptor com temporizador
[B] Interruptor Manual.

Fig. 52: Luz com sensor de movimento.



MANUAL ILUSTRADO:

Relativamente aos sensores de movimento, estes garantem que a iluminação do espaço é apenas utilizada quando existe um utilizador no espaço, detectando a presença de um corpo através de infravermelhos ou mudança de temperatura. Estes sensores estão porém associados a um temporizador, que garantem que, se o utilizador permanecer quieto no espaço, a luz não se apague durante um x tempo (Fig.52).

Os foto-sensores são sistemas que medem a iluminação existente, impedindo que existam luzes ligadas quando existe iluminação natural suficiente (Fig.53).

Os temporizadores funcionam à base de um programa pré-definido pelo utilizador, no qual é agendado um delimitado período de tempo durante o qual um determinado ponto de luz se encontra acesso e quando se apaga.

O controlo manual dos interruptores de iluminação é o sistema menos eficaz em poupança de energia; no entanto, é preferível a ter apenas um interruptor para todas as luminárias de um espaço. Com este sistema é mais fácil e flexível controlar quais os focos de luz que se encontram acessos, sem necessidade de apagar ou acender todas as luminárias de um local.

Existem ainda alguns sistemas que regulam a intensidade e tonalidade das luzes (SCR) consoante a iluminação existente no espaço e o nível de iluminação pré-definido para existir no espaço, garantindo que não há excesso ou carência de luz.

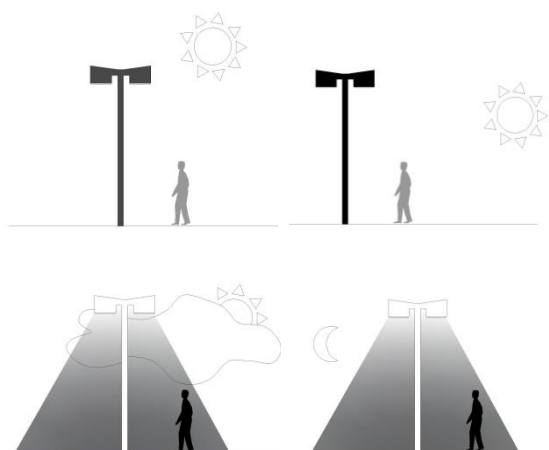




Fig. 53: Funcionamento dos foto-sensores.

3. Qual a solução mais eficiente de iluminação?

 Lâmpada com foto-sensores e temporizador.

 Lâmpada com sensor de movimento.

A solução mais ecológica e eficiente seria uma junção de todas as hipóteses de controlo, iluminação com sensores de movimento, com foto-sensores associados a temporizador (Fig.54).

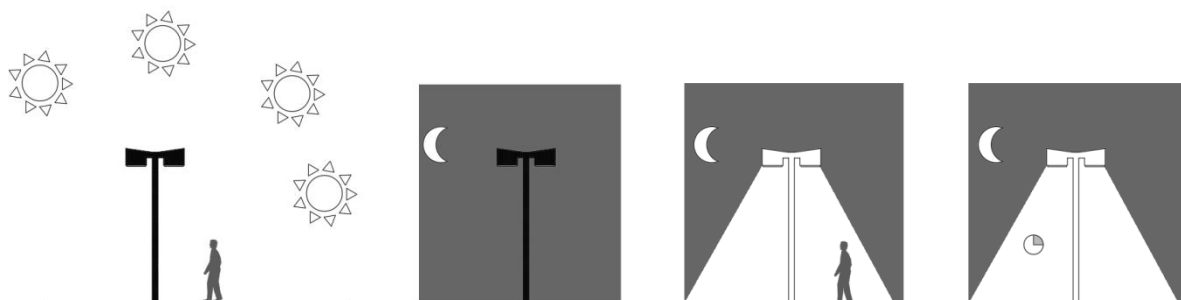


Fig. 54: Solução mais ecológica- Menor consumo energético.

ÁGUA

Outro factor a ter em conta, aquando a construção sustentável, é a gestão eficiente do recurso natural água. Sabendo que a água potável é um recurso em vias de extinção, é necessária a adopção de estratégias que permitam reduzir o consumo da água, de forma a garantir uma edificação sustentável.

Primeiramente, começando do exterior para o interior, a recolha das águas pluviais nas coberturas e seu posterior armazenamento possibilita a redução do consumo de água potável, na medida em que estas podem ser tratadas e filtradas para posterior uso doméstico para fins não potáveis (exemplo sanitas, lavagens, regas...) (Fig.55).

A utilização de coberturas vegetais também ajuda na retenção das águas das chuvas, diminuindo a necessidade de sistemas de escoamento de águas e aproveitando essas mesmas águas para as suas plantas constituintes.

Ainda no exterior, há que ter em atenção a água gasta na rega e a manutenção de plantas existentes nos jardins. Para diminuir o gasto de água potável deve promover-se o uso de espécies autóctones e resistentes que necessitam de pouca ou nenhuma água.

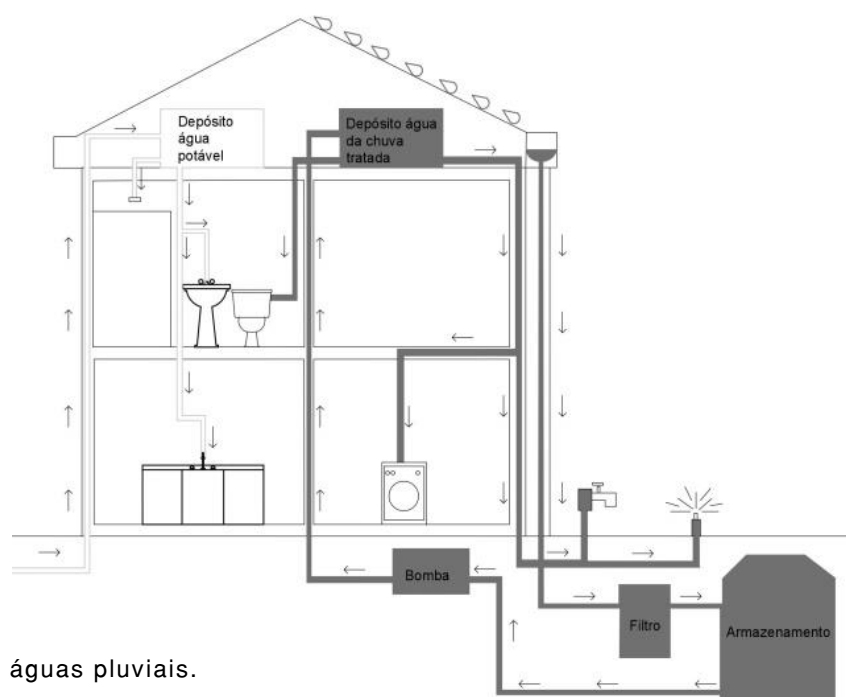


Fig. 55: Aproveitamento das águas pluviais.

Passando para o interior da edificação, o tratamento químico (fossas sépticas e ETAR) e reciclagem das águas residuais cinzentas (águas geradas pelos chuveiros, electrodomésticos...) são outra estratégia que permite a redução do consumo de água potável, sendo que estas podem ser mais uma vez reutilizadas para usos domésticos de água não potável.

Outra estratégia para diminuir o consumo de água potável está directamente relacionada com os electrodomésticos e torneiras existentes na edificação. Ao fazer a escolha dos electrodomésticos deve procurar-se electrodomésticos de elevada eficiência hídrica (de baixo consumo de água- Fig. 57). Relativamente aos duches e torneiras, deve-se procurar a escolha de dispositivos de elevada eficiência, substituindo as torneiras tradicionais por outras, com maior poupança de água (como por exemplo, torneiras com um maior ângulo de abertura do manípulo). Outra solução é a incorporação de dispositivos economizadores nas torneiras e duches existentes como redutores de caudal da água, arejadores, válvulas de seccionamento e redutores de pressão. Outra forma de poupança de água é agregação de temporizadores ou sensores de movimento às torneiras para reduzir o risco de desperdício, a utilização de torneiras monocomando que permitem o controlo do caudal de água e torneiras misturadoras ou torneiras termostáticas (ver figuras abaixo).

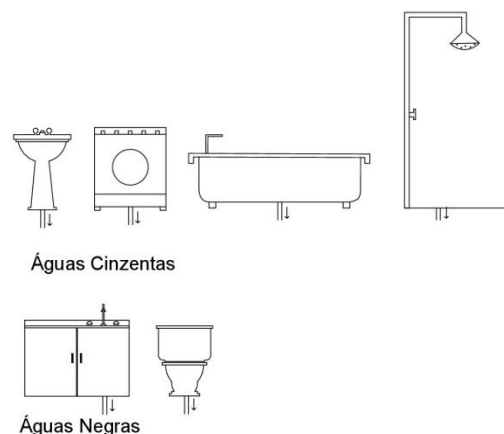


Fig. 56: Fontes de águas Cinzentas e águas negras.



Fig. 57: Escala de Eficiência Hídrica varia de A++ a E, sendo A++ o mais eficiente. (EcoCasa)

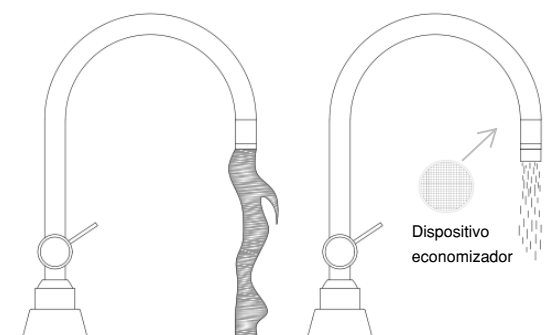


Fig. 58: A utilização de torneiras monocomando com dispositivos economizadores (pulverizadores) reduz o caudal de água, economizando cerca de 50% comparando a uma torneira convencional.

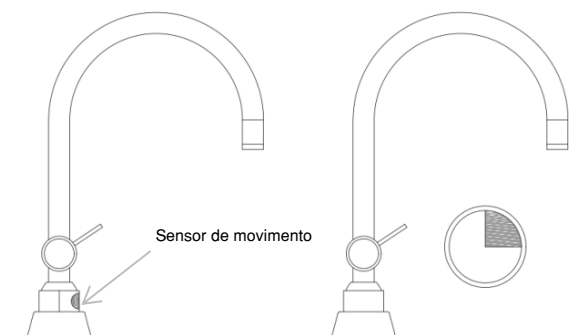


Fig. 59: Estratégias de poupança de água potável através da incorporação de sensores de movimento e temporizadores nas torneiras.

MANUAL ILUSTRADO:

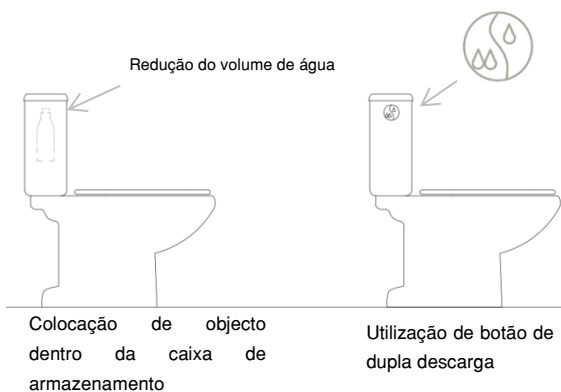


Fig. 60: Estratégias de poupança de água potável nos autoclismos.

Também nos autoclismos é possível a poupança de água, incorporando dois botões de descarga e reduzindo o volume da descarga, colocando dentro da sanita um objecto (ex. colocar uma garrafa de 1,5L) de forma a diminuir o armazenamento de água existente (Fig.60). Actualmente, já existem sanitas que não requerem o uso de água não sendo indicadas para utilização em zonas urbanas, estas fazem a limpeza através de compostagem (dejectos são armazenados e transformados através de processos microbiológicos), incineração (sistema eléctrico que reduz dejectos a cinzas), vácuo (utilizadas nos aviões) ou através de uma solução química.

A permeabilidade dos solos é um factor de extrema importância no desenho do edifício (Fig.61). A permeabilidade dos solos é a capacidade que um determinado solo tem de escoar água através dele. Se um determinado espaço verde pré-existente for impermeabilizado, terá de escoar as águas para algum local, pois ao reduzir a quantidade de zonas permeáveis reduz-se o escoamento superficial. Se este processo não for devidamente pensado, localizando pontos de drenagem e utilizando materiais com mínimo de permeabilidade, corre-se o risco de existirem cheias, ou que a água se infiltre nas zonas de caves. A utilização de materiais porosos como o betão, calçada ou ainda jardins minerais, são soluções mais favoráveis do que criar zonas totalmente impermeáveis.

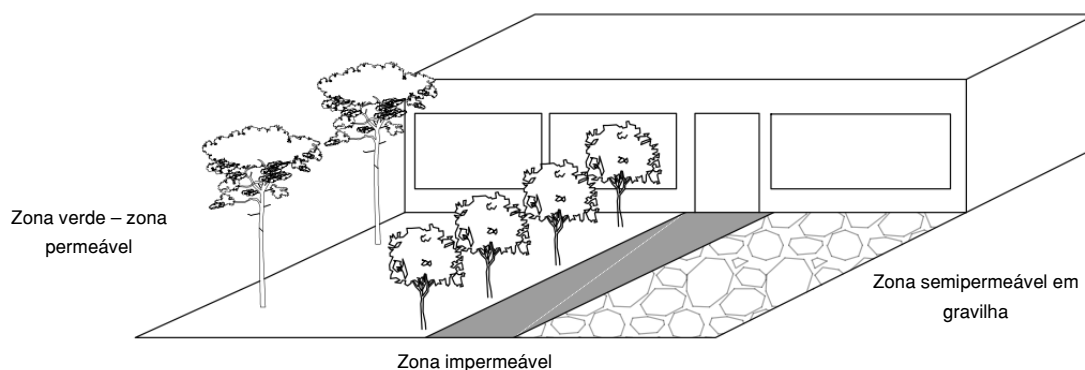


Fig. 61: Zonas permeáveis e impermeáveis.

MATERIAIS

Os materiais de construção têm um enorme impacto ambiental, devido a todo o processo da sua fabricação, às características que lhes estão associadas e à quantidade de resíduos gerados. É indispensável ter em conta os materiais utilizados numa construção, pois estes vão interferir directamente com o grau de sustentabilidade da mesma. A correta selecção dos materiais de construção irá permitir a redução dos impactes que esta terá no ambiente e aumentar a qualidade do espaço.

Um projecto sustentável deve ser planificado de forma a reduzir os usos de material desnecessário e a gerir os resíduos gerados. No entanto, a selecção de um material a utilizar não é simples e requer a análise de diversos factores.

Para saber como escolher um material é fundamental fazer uma análise do seu ciclo de vida (ACV), de modo a conhecer os impactes ambientais que determinado material tem no ambiente e qual a energia consumida desde a sua extracção até ao fim da sua vida. Devem ser escolhidos materiais eco-eficientes e, sempre que possível, materiais certificados e com rótulo ecológico (Fig.62). Estes rótulos garantem o desempenho ambiental dos materiais, no entanto, não têm em conta a variável transporte. Assim, a escolha a utilização de um material rotulado pode não ser sempre a mais sustentável, caso este esteja a muitos quilómetros da obra em questão.

Primeiramente, ao fazer a selecção dos materiais a utilizar, deve-se privilegiar materiais com componentes recicláveis ou materiais reutilizados e só depois escolher materiais novos, de modo a reduzir o uso desnecessário de materiais (Fig.63).

Ao analisar um material, para posterior utilização numa construção, deve-se ter em conta, primeiramente, se o material que se pretende utilizar é



Fig. 62: Rótulo de Certificação Ecológica Europeu. (Ecolabel)

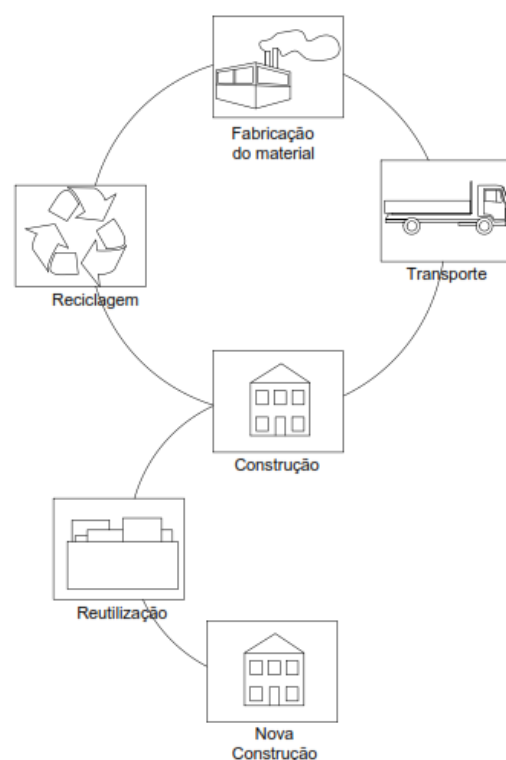


Fig. 63: Ciclo de vida de um material sustentável.

MANUAL ILUSTRADO:

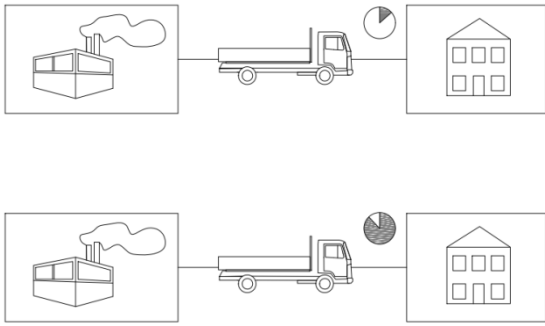


Fig. 64: O transporte dos materiais pode tornar um material sustentável em insustentável em determinada obra. A preferência por materiais locais é a escolha mais sustentável.

Sabias que?

Materiais isolantes minerais e animais, como fibra de madeira, de cânhamo ou em argila expandida são escolhas adequadas à construção sustentável?

Estes materiais são provenientes de fontes naturais renováveis, são duráveis, não tóxicos, com baixas emissões de CO₂, recicláveis e reutilizáveis.

um material local ou um material que se encontre nas proximidades (Fig.64). Este é um ponto de grande importância, porque a proximidade ao local de fabricação, diminui a necessidade de transporte ou reduz o trajecto a realizar desde o local de extracção até à fábrica, diminuindo a energia usada no mesmo. Outro foco indispensável a ter aquando a escolha dos materiais é verificar se existem materiais reciclados, com algum componente reciclado ou materiais reutilizáveis de outras obras que consigam ser incorporados na nova edificação, de forma a minimizar desperdícios. Uma outra maneira de reduzir o uso de materiais novos é utilizar materiais provenientes de ruínas existentes no local de implantação do novo edifício e, sempre que possível, aproveitar as infra-estruturas urbanas existentes.

Aquando a escolha de materiais novos é imprescindível compreender as características intrínsecas de cada um. Assim, ao projectar uma construção, utilizando novos materiais, deve ser pensado logo em fase de projecto o destino dos materiais utilizados após o seu fim de vida, pensando na reciclagem e na sua futura reutilização.

4. Qual destas escolhas de material é a mais sustentável?



Betão Armado com betão reciclado



Adobe

A selecção de um material deve privilegiar o uso de materiais de fontes naturais renováveis e de rápida renovação, ou seja, privilegiar o uso de materiais de crescimento rápido em detrimento de materiais de crescimento lento. As características de um material são importantes, pois definem a eco-eficiência do mesmo, ou seja, um material eco-eficiente é:

Apesar de a escolha de um betão reciclado ser mais ecológica que de betão comum, a escolha de materiais naturais provenientes da terra, como o Adobe e a Taipa e materiais como a madeira e a cortiça são mais ecológicas. Estes são materiais com menor energia incorporada e com baixas emissões de CO₂.

- De fácil extracção;
- Local ou próximo da localidade;
- Natural, proveniente de fontes renováveis;
- Com baixa energia incorporada;
- Não tóxico;
- Com baixas emissões de CO₂ e GEE;
- Durável;
- De reduzida e fácil manutenção;
- Reciclável e/ou reutilizável.

ESTRATÉGIAS ACTIVAS DE AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO

As estratégias activas são sistemas de climatização mecânicos de aquecimento e arrefecimento do espaço. Estas estratégias são implementadas quando as estratégias passivas não são suficientes para garantir o conforto no interior dos espaços e é necessária a incorporação de outras estratégias, de forma a controlar o ambiente interior dos mesmos.

A utilização destas estratégias tenciona-se que sejam as mais sustentáveis possíveis, por isso utilizam as fontes de energia renovável (Fig.65), como a solar e a eólica (mais comuns de implantar em casas de habitação) para satisfazer as necessidades de consumo de energia eléctrica e térmica.

A energia solar pode ser aproveitada de duas maneiras: através da incorporação de painéis fotovoltaicos, para produção de energia; ou através de sistemas solares térmicos para aquecimento das AQS (termossifão ou circulação forçada) e do pavimento radiante.

Os painéis fotovoltaicos são sistemas que convertem a energia solar em energia eléctrica (Fig.66). Um painel fotovoltaico é constituído por várias células fotovoltaicas ligadas entre si. Estas células dividem-se em três tipos principais: células mono-cristalinas, células poli-cristalinas e células de silício de amorfo. Apresentam níveis de rendimento distintos; no entanto, a mais eficiente são as células monocristalinas, com rendimentos de 22%. Estes sistemas são constituídos, pelo painel solar, um regulador de carga, uma bateria e um inversor de corrente. Ao inversor está ligado o quadro eléctrico que distribui a energia pelos vários equipamentos. Os painéis fotovoltaicos são instalados nas coberturas ou fachadas dos edifícios com suportes específicos, virados a Sul com uma inclinação entre os 25° e 30°, de forma a aproveitar o máximo de ganhos energéticos.

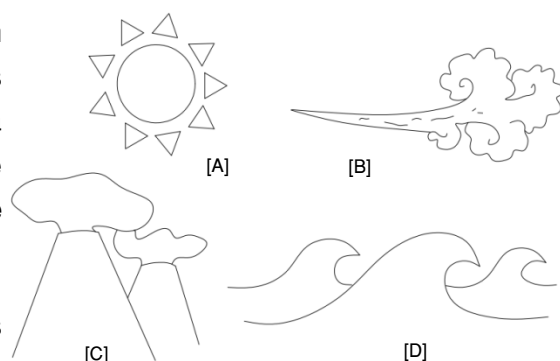


Fig. 65: Algumas fontes de Energia Renovável: [A] Sol; [B] Vento; [C] Energia Geotérmica; [D] Ondas e Marés.

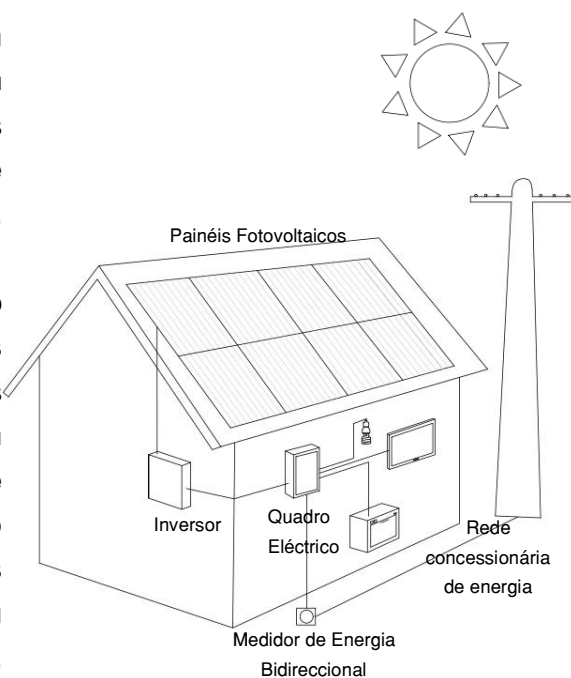


Fig. 66: Sistema painel solar fotovoltaico.

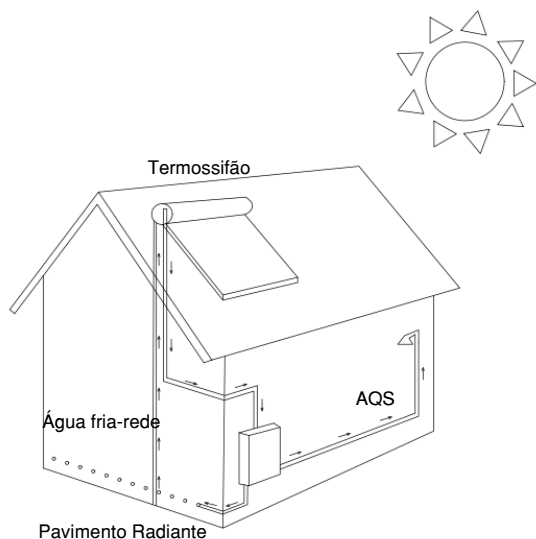


Fig. 67: Sistema solar térmico- Termossifão.

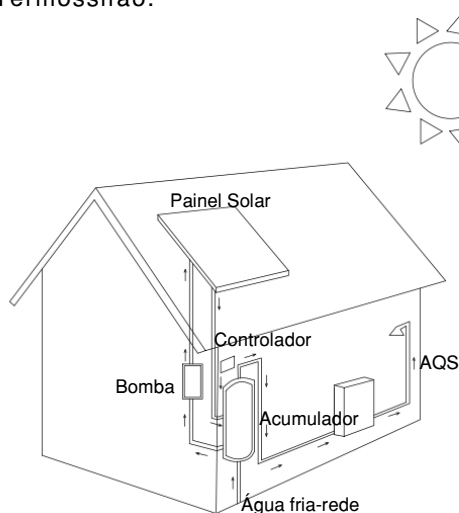


Fig. 68: Sistema solar térmico- Circulação Forçada.

5. Quais destas são energias renováveis?



Gás Natural, Petróleo, Carvão, Energia Nuclear.



Solar, Eólica, Marés (ondas), Hídrica, Biomassa, Geotérmica.

Apesar de as energias não renováveis (combustíveis fósseis e combustível nuclear) também serem provenientes de fontes naturais, no entanto, são provenientes de fontes esgotáveis e extremamente poluentes para o planeta. As energias renováveis provêm de fontes naturais que permitem a sua renovação.

Os sistemas solares térmicos podem ser de dois tipos: termossifão (Fig.67) e circulação forçada (Fig.68). Ambos os sistemas funcionam à base da circulação de um fluido, existente em tubagens dentro do painel solar, que absorve o calor, aquece e é posteriormente reservado num acumulador, até ser necessário. O primeiro sistema é constituído por um painel solar e um depósito de água no cimo do painel, colocados no exterior da habitação. O fluido aquece no painel e depois circula e é armazenado no depósito. O segundo sistema difere do primeiro, pois o acumulador não se encontra no exterior, estando colocado na vertical e não na horizontal, e porque existe uma bomba responsável por fazer a circulação do fluido, entre os painéis solares e o acumulador no interior da habitação.

Em relação ao pavimento radiante, este pode funcionar a energia eléctrica (proveniente dos painéis fotovoltaicos ou de turbinas de energia eólica) ou através de tubagens de água ou líquido (proveniente do sistema solar térmico), aquecidos ou arrefecidos, de forma a garantir o conforto térmico interior.

Sistemas híbridos combinam painéis fotovoltaicos e turbinas eólicas, convertendo a energia solar e do vento em energia eléctrica (Fig.69).

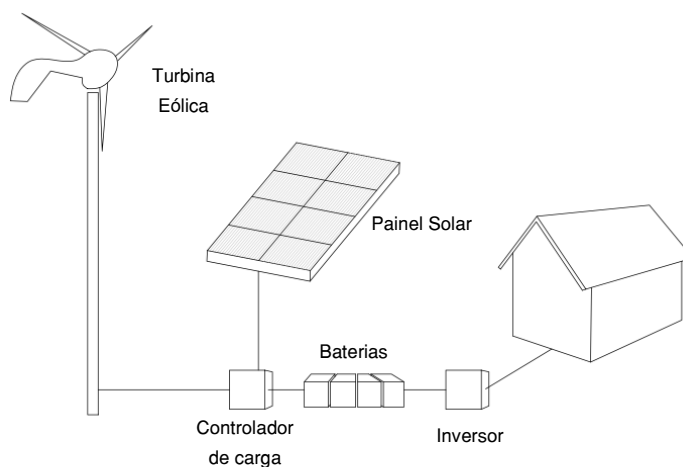


Fig. 69: Constituição de um Sistema Híbrido entre energia eólica e solar.

Outra estratégia é a incorporação de uma caldeira de gaseificação a lenha (Biomassa-fonte renovável de energia), que produz AQS, fornece energia para pavimentos radiantes e para o aquecimento central (Fig.70). Estas caldeiras são ecológicas, fornecendo energia através da gaseificação da lenha a altas temperaturas, ou seja, transformam lenha em gás e, posteriormente, através da combustão desse gás com a chama, produzem energia eléctrica.

Para o aquecimento dos espaços são ainda utilizadas outras estratégias como a inserção de recuperadores de calor, salamandras, lareiras e ar condicionado (também utilizado como estratégia de arrefecimento activo e de purificação do ar). O ar condicionado pode funcionar com recurso à energia solar, sendo assim uma solução mais sustentável do ponto de vista ambiental (ver figuras abaixo).

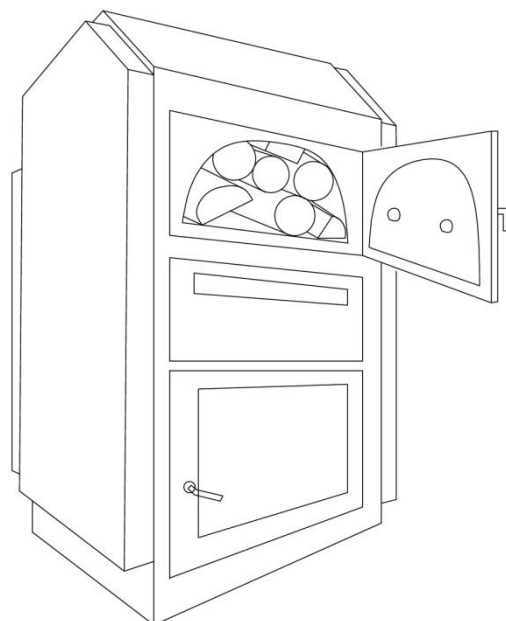


Fig. 70: Caldeira de gaseificação a lenha.

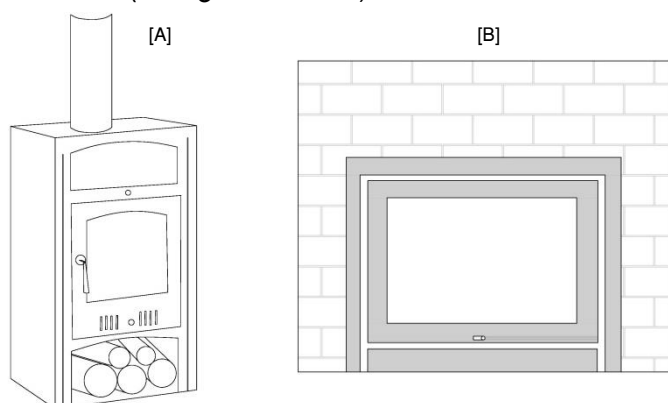
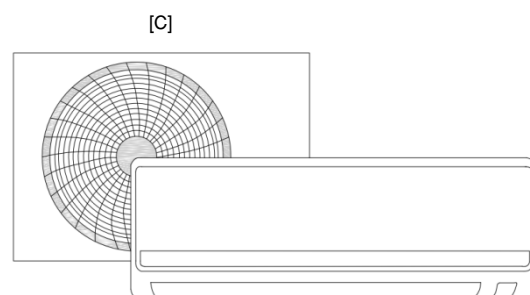


Fig. 71: Sistemas de aquecimento e arrefecimento dos espaços: [A] Salamandra; [B] Recuperador de Calor; [C] Ar Condicionado.



De modo a arrefecer os espaços activamente, além da colocação de equipamentos de ar condicionado e de pavimento radiante, utiliza-se a ventilação forçada (Fig.72). A ventilação forçada é uma forma de ventilação mecânica que permite a renovação do ar interior ao mesmo tempo que refresca a temperatura do ar, garantindo o conforto térmico e a salubridade e a qualidade do ar no espaço. Estes sistemas de ventilação induzem ar novo nos espaços, mecanicamente, através de ventilador e extraem o ar viciado.

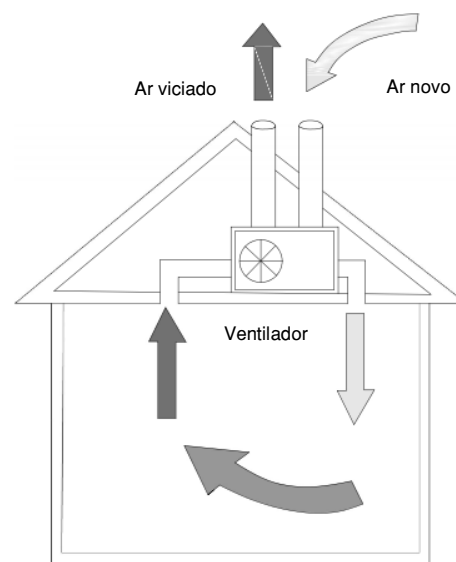


Fig. 72: Sistema de Ventilação mecânica forçada.

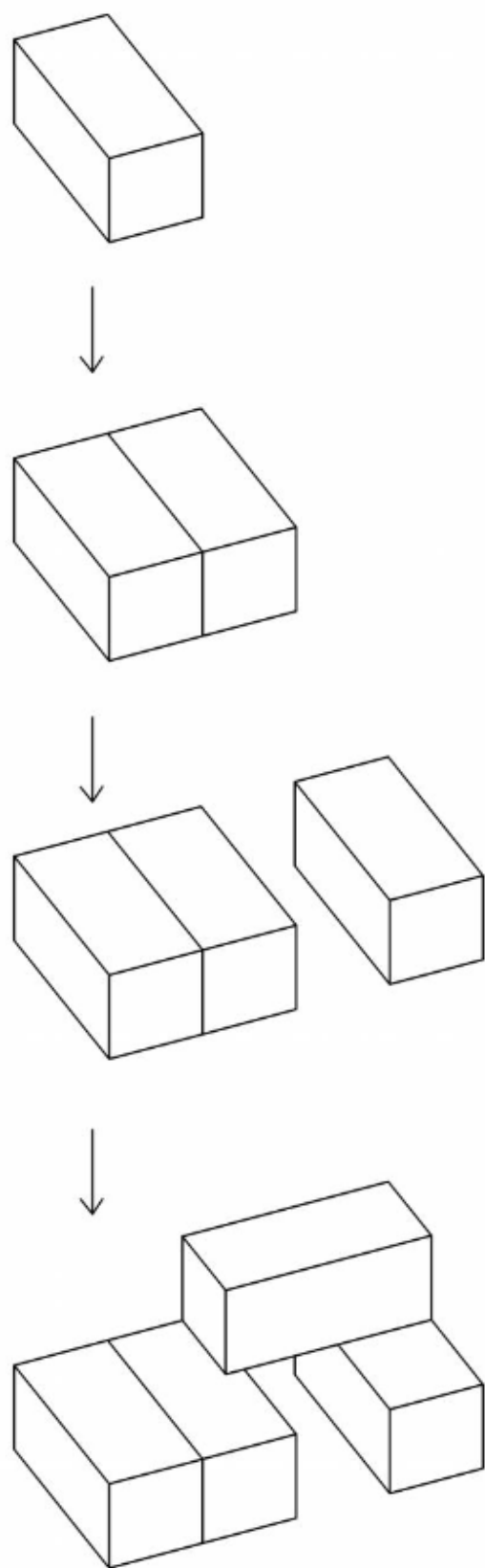


Fig. 73: Possível repetição e agregação de módulos.

3. ESCOLHA DO SISTEMA MODULAR

Neste capítulo, são apresentados os sistemas possíveis de aplicar na construção modular em madeira e as suas principais características. São mostradas quais as opções as vantagens deste tipo de construção, os seus possíveis sistemas construtivos, como é feito o transporte para a localização e como se procede à sua implantação no local.

ESCOLHA E PREPARAÇÃO DO TERRENO DE IMPLANTAÇÃO

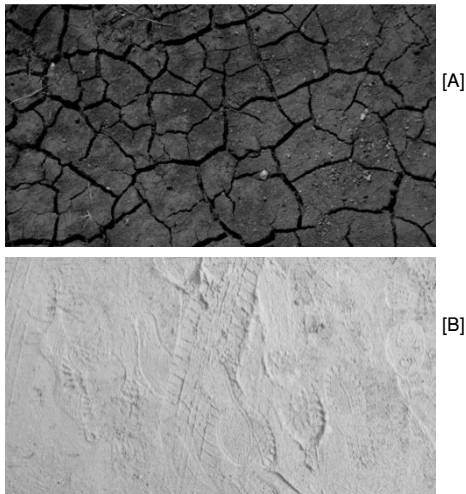


Fig. 74: Dois tipos de solo: [A] Argiloso; [B] Arenoso.
(Fonte: /www.deviantart.com;
<https://pt.dreamstime.com>)

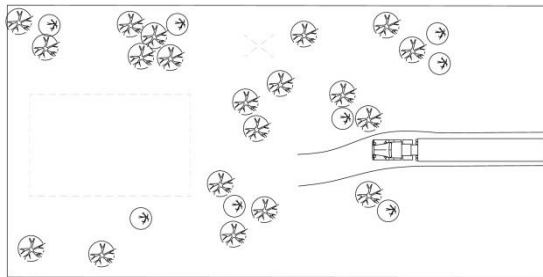


Fig. 75: Obstáculos ao acesso do camião transportador dos módulos ao local de implantação.

O primeiro ponto a ter em conta aquando a escolha da construção modular sustentável, como já foi referido no capítulo anterior, é a escolha e análise do terreno de implantação (Fig.74). A importância desta escolha e análise na construção modular, assenta sobre a necessidade de conhecimento do tipo de solo onde se irá colocar posteriormente a construção, de modo a entender qual o tipo de fundação mais adequada ao mesmo. Sobre a localização em si esta também é de extrema importância, na medida em que é necessário saber de que forma se fará o transporte dos módulos para o terreno de implantação e como irá proceder-se à sua instalação.

Os módulos, independentemente se transportados pré-montados, montados ou em peças, terão de ser transportados num camião (ou outro meio de transporte; no entanto, o camião é o meio de transporte mais comum no transporte de casas modulares) que terá de conseguir fazer o acesso ao local de inserção da construção. Se este não conseguir chegar exactamente ao local de implantação, terá de recorrer-se a gruas que retirem os módulos/peças do camião e os coloquem no devido local. Para isso, o terreno tem de ser estudado, de forma a saber quais os obstáculos (como topografia, árvores, rochas...) e adversidades a atravessar, a fim de poder colocar determinada construção nesse local (Fig.75).

Após todo este estudo, pode-se prosseguir com o desenho do projecto, com o estudo de como serão feitas as fundações e a forma como serão erguidos os módulos para a sua colocação sobre as fundações.

Sabias que?

Actualmente, já existem diversas empresas nacionais a fazer construção modular sustentável e a transportar e entregar pelo país? Empresas como a MIMA Housing tratam de todo o processo desde licenciamento, projecto, transporte, montagem e instalações dos vários sistemas, deixando o cliente sem preocupações adicionais.

Algumas empresas de Construção Modular Sustentável Nacionais:

-MIMA Housing, Modular System, Treehouse, KITUR, Granihouse, Tisem, Fábrica das Casas, JGDS, ArteModularR2mais...

ELABORAÇÃO DO PROJECTO

O desenho de um projecto de construção modular sustentável depende muito de cada cliente e das suas necessidades habitacionais. Para isso, o cliente deve deslocar-se a uma empresa de construção modular e apresentar o seu rol de questões, desejos e funções para a sua casa (Fig.76).

Pelo simples facto de ser uma construção baseada na pré-fabricação não implica que as casas não possam ser personalizadas, adequando-se a cada cliente em questão. Os arquitectos de cada um destes *ateliers* irão, consoante o determinado pelo orçamento do cliente, criar uma casa que responda a essas mesmas necessidades.

A elaboração de um desenho deve depender da localização do projecto, das características bioclimáticas locais, do material de construção, das necessidades habitacionais, na capacidade ou não de evolução da casa (crescimento do número de módulos), no orçamento estipulado pelo cliente e na rapidez da construção.

O projecto poderá ser escolhido de entre um rol de projectos *standard* (Fig.77), criados pelas empresas, sendo estes mais rápidos e mais económicos; ou podem ainda ser feitas algumas alterações a estes mesmos projectos, de forma torná-los mais pessoais. Esta última solução é também uma solução mais rápida e económica do que um desenho novo feito de raiz. Os modelos *standards* são apresentados nos catálogos das empresas, com determinado preçário, dimensão total, áreas de espaços e tipologia. Nestes catálogos são ainda especificados quais as inclusões e exclusões que cada casa traz, como a inclusão/exclusão das louças sanitárias, painéis solares, recuperadores de calor...

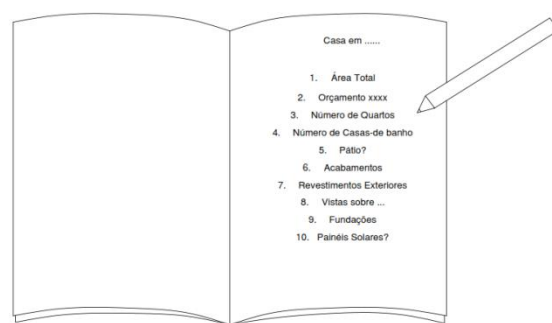


Fig. 76: Lista inicial para a elaboração do projecto modular.

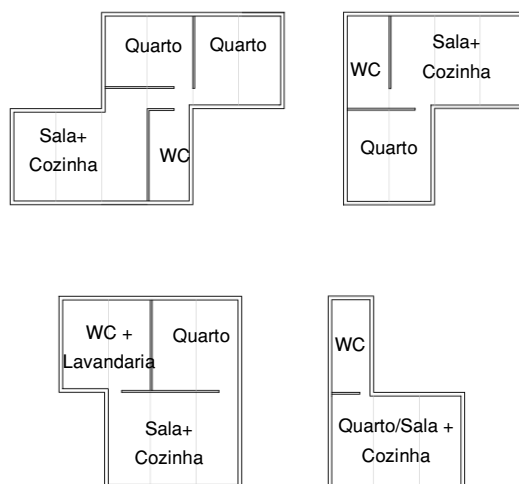


Fig. 77: Exemplos de modelos *standard* de catálogo, com diferentes tipologias e agregações.

ELEMENTOS CONSTITUINTES

Ao escolher construir num sistema modular é necessário ter em conta os elementos constituintes deste mesmo sistema. A base de toda a construção modular é a malha e o módulo e são eles que vão definir toda a estrutura e organização espacial e funcional dos espaços.

A malha é o plano ortogonal a duas dimensões, a partir do qual se irá definir o módulo base que, posteriormente será repetido, de forma a criar um edifício (Fig.78). A malha é trabalhada no plano horizontal, de forma a definir as medidas base do módulo. Dependendo da empresa de construção modular escolhida, as medidas do módulo base variam consoante o que cada empresa achar que são as medidas mais eficientes e eficazes.

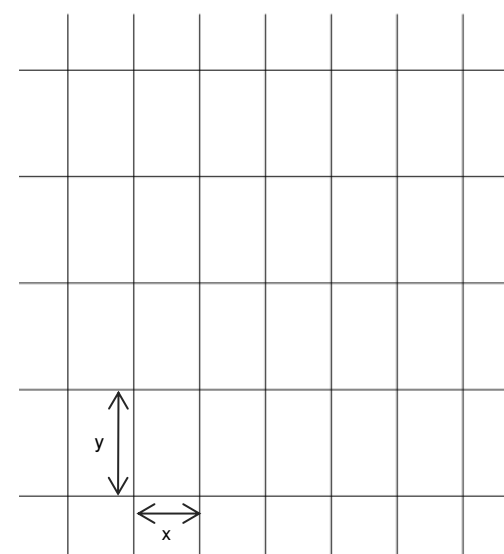


Fig. 78: A base da construção modular é a malha, através da qual é criado e repetido o módulo base.

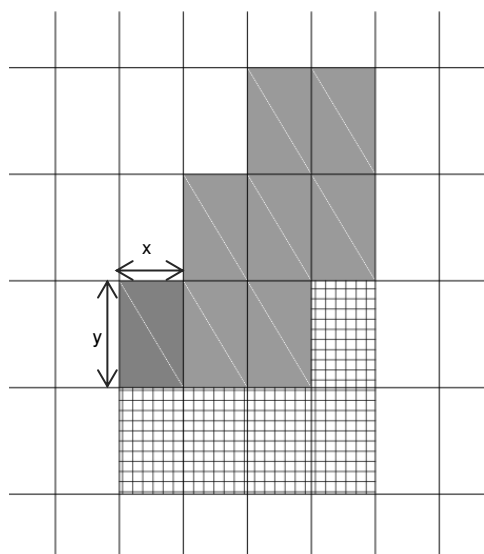


Fig. 79: O módulo base é repetido e conjugado de forma a criar um edifício.

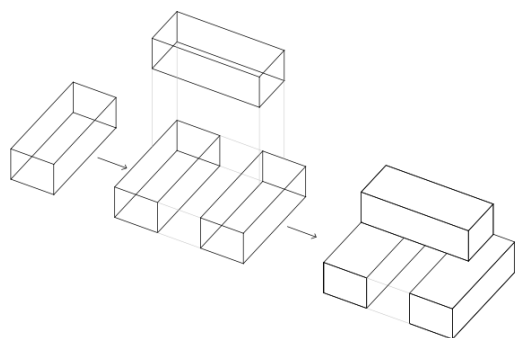


Fig. 80: Agregação 3D de três módulos base, vertical e horizontalmente.

O módulo é a unidade de trabalho da construção modular e é a partir da sua multiplicação que se obtém a apelidada construção modular (Fig.79). O módulo pode ser agregado na horizontal e na vertical (Fig.80), sendo que a sua medida base é sempre a mesma e o que varia é a sua função interior. O mesmo módulo é a unidade base da cozinha, da casa de banho e/ou do quarto. A agregação de um ou mais módulos é que atribui diferentes dimensões aos espaços. Por exemplo, um módulo corresponde à dimensão da casa de banho, dois módulos correspondem à dimensão do quarto e três módulos ou quatro à dimensão da sala-de-estar. O módulo apresenta dimensões pré-determinadas em planta e em alçado, podendo as dimensões do pé-direito ser alteradas, utilizando um tecto falso, criando diferenças na espacialidade interior, diferenciando os diferentes espaços. A existência de um módulo que é repetido de forma a criar a forma de um edifício com as suas respectivas funções torna este tipo de construção numa construção económica de baixo custo comparativamente à construção tradicional, facilita a inserção de uma estrutura e aumenta a rapidez de construção.

Sabendo que a base deste sistema de construção é um módulo *standard* e que o edifício gerado por esta construção é o resultado da sua multiplicação e agregação, é necessário compreender como é que este é fixo ao local de implantação. Ao contrário do que se possa pensar, este tipo de construção não é temporária ou móvel (apesar de a sua mobilidade poder estar associada, devido à fácil desmontagem, evolução, possibilidade de transporte e deslocação para outro terreno), esta construção é feita para se assimilar à construção tradicional e por isso ser uma construção permanente e fixa. Ou seja, esta construção está assente sobre fundações (Fig.81). Estas fundações podem ser de diferentes tipos; no ideal da ecologia e sustentabilidade, estas seriam em estacaria de madeira, de modo a reduzir o impacto que as próprias fundações têm no terreno de implantação. No entanto, devido às cargas exercidas pela construção sobre o terreno e aos diferentes tipos de solo (que podem não permitir uma fundação em madeira), as fundações em laje de betão armado ou fundações pontuais em betão, são as mais comuns. Qualquer uma destas fundações, como já foi mencionado, implica um estudo prévio do terreno. Ao mesmo tempo que as fundações começam a ser construídas no terreno-“*on-site*”, em fábrica começa-se a construção “*off-site*” dos elementos pré-fabricados e sua posterior montagem; de forma, a economizar tempo e a garantir que, quando a construção da casa estiver terminada em fábrica, seja só transportar para o local de implantação, montar e dar os acabamentos finais.

Relativamente ao esqueleto das casas, à estrutura que dá forma aos módulos, esta pode ser de diversos materiais mas, neste caso, falar-se-á da construção em madeira, devido à sustentabilidade que lhe está associada (Fig.82).

A construção modular em madeira, tem associada, para além das características sustentáveis (madeira material natural, amigo do ambiente, não tóxico,

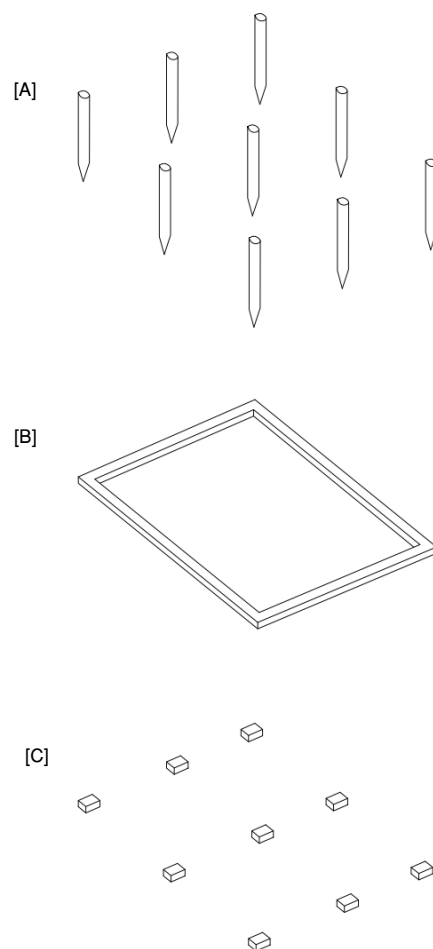


Fig. 81: Tipos de fundações: [A] Estacaria em madeira; [B] Sapata corrida Betão; [C] Sapata isolada-Fundações Pontuais em Betão.

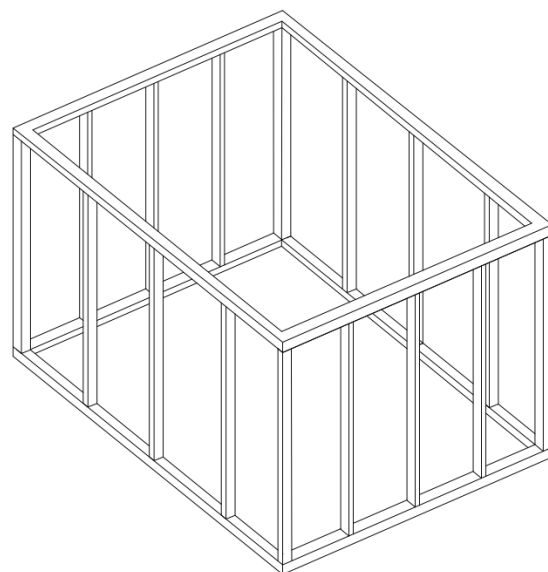


Fig. 82: Esqueleto em madeira de um módulo.

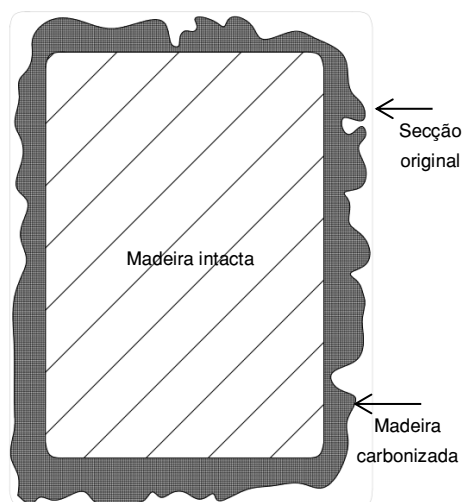


Fig. 83: Corte a pilar de madeira carbonizado em incêndio.

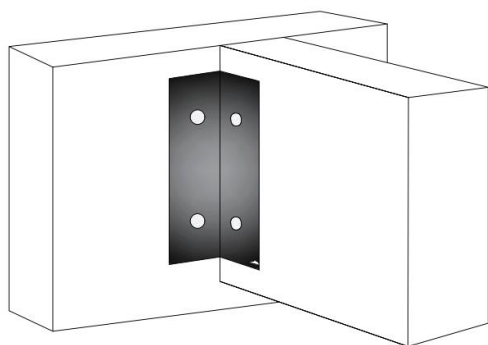


Fig. 84: As ligações da estrutura dos módulos são, maioritariamente, feitas por aparafusamento.

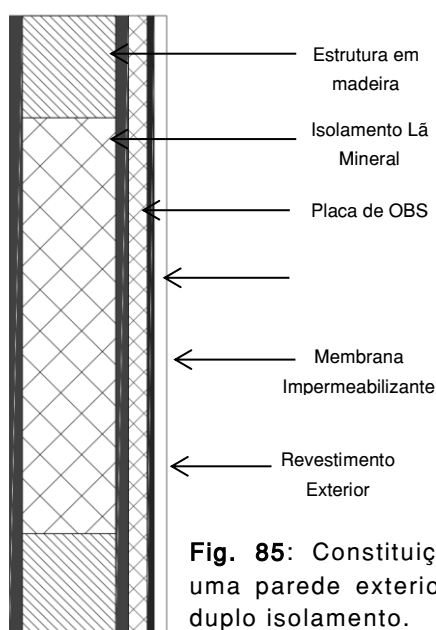


Fig. 85: Constituição de uma parede exterior com duplo isolamento.

biodegradável, reutilizável e reciclável) vantagens a nível da sua resistência. Uma estrutura em madeira tem elevada resistência aos sismos, elevada resistência mecânica, é de rápida e fácil manuseamento e montagem, é uma estrutura leve, apresenta uma grande durabilidade quando feita a manutenção necessária e apresenta resistência ao fogo (é de baixa combustão, logo, demora a arder e não colapsa ao contrário de outros materiais utilizados na construção tradicional). A madeira apenas fica carbonizada exteriormente, sendo que essa camada funciona como camada isolante e perde secção, garantindo a estabilidade da estrutura (Fig.83).

As ligações dos módulos podem ser feitas de diversas maneiras; no entanto a mais comum é por ligações metálicas, através do aparafusamento (Fig.84). Porém, existem outros tipos de ligações que não requerem a incorporação de elementos metálicos, como por exemplo, ligações por encaixes - macho-fêmea ou com cola.

As paredes exteriores, sendo constituídas pelo sistema estrutural pilar-viga, apresentam diversas soluções quanto à sua constituição (Fig.85). Porém, todas são constituídas por um revestimento exterior e interior à escolha e um isolamento térmico e acústico.

Relativamente às paredes interiores, elas são maioritariamente constituídas por painéis de OSB, madeira lamelada colada ou gesso cartonado com isolamento no interior.

O isolamento acústico e térmico utilizado pode ser de diversos tipos; no entanto, numa construção sustentável, privilegia-se a utilização de isolamentos provenientes de fontes naturais, como a cortiça, lã mineral, lã de rocha, fibras de madeira, entre outros. Este isolamento é de extrema necessidade, quando se trata de uma construção em madeira, pois a madeira não tem capacidade acústica, não bloqueando a passagem do som entre as divisões.

Já a nível de revestimentos, estes podem ser de diversos tipos, desde madeira a pedra, passando por capoto e tijolo (Fig.86). A utilização da madeira no interior garante não só o conforto térmico como o conforto visual, passando-se o mesmo com a sua utilização no exterior; no entanto, no exterior, a madeira tem de levar um tratamento de x em x anos, de forma a garantir a sua durabilidade. O revestimento em pedra no exterior tem a grande vantagem relativamente à sua elevada durabilidade e fácil manutenção. O revestimento escolhido depende do orçamento do cliente, da existência dos materiais e do gosto e vontade do cliente. Os revestimentos das paredes interiores variam consoante as divisões, sendo que são aconselhados nas zonas húmidas das casas a colocação de revestimentos ou acabamentos hidrófugas, como por exemplo revestimentos cerâmicos (azulejos ou mosaicos).

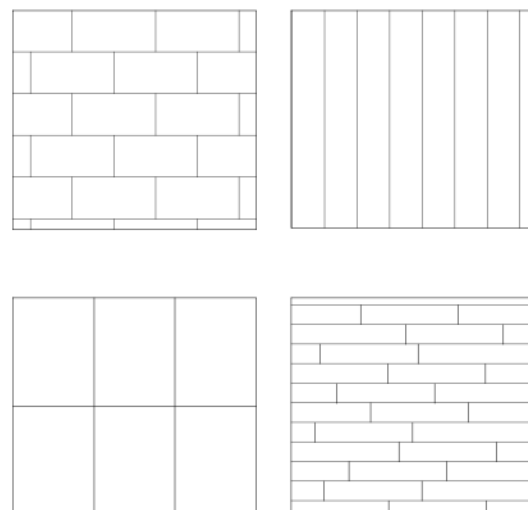
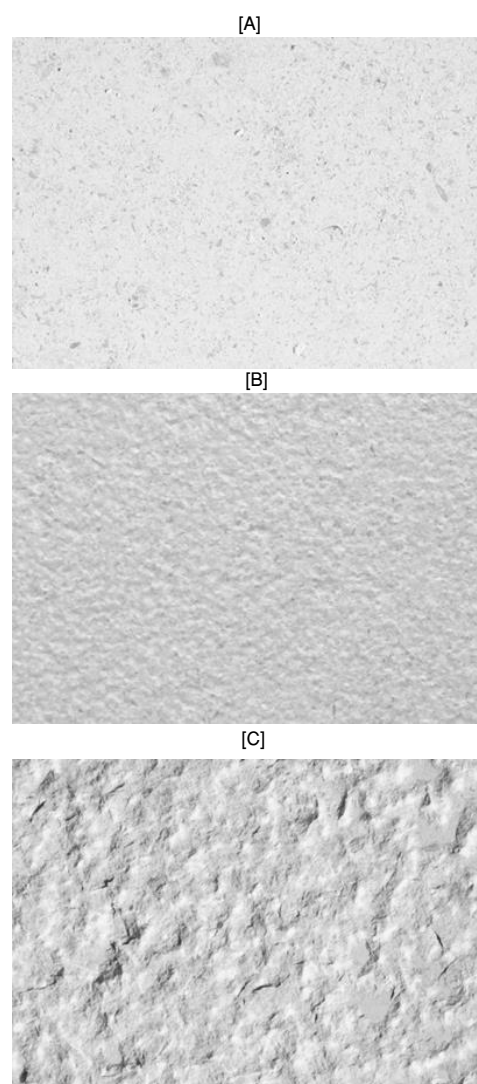


Fig. 86: Exemplos de revestimentos exteriores: [A] Tijolo; [B] Madeira vertical; [C] Pedra; [D] Madeira Horizontal.

Os acabamentos dos materiais dependem do gosto de cada comprador, podendo em revestimentos como a madeira, serem aplicadas velaturas, aplicações de óleos e vernizes ecológicos para dar brilho e resistência, nas pinturas usar acabamentos acetinados, semi brilhantes, brilhantes ou foscos e, na pedra, utilizar acabamentos polido, bujardado, escovado, entre outros (Fig.87).

Estando numa construção que procura a sustentabilidade é importante referir a importância da utilização de vidros duplos, de forma a garantir o conforto acústico dentro dos espaços e a utilização de caixilharia com cortes térmicos, de modo a reduzir as perdas de calor por pontes térmicas. Também estes podem levar acabamentos específicos ao gosto de cada cliente, sendo esta somente uma questão estética no caso da caixilharia e de privacidade no caso dos envidraçados (podendo ser translúcidos, transparentes, opacos...).

Fig. 87: Exemplos de acabamentos em pedra: [A] Polido; [B] Escovado; [C] Bujardado. (Fonte: www.moreiraevazao.pt/produtos/acabamentos)



TIPO DE SISTEMA MODULAR

Existem três distintas formas de construção modular em madeira em Portugal, relacionadas com a montagem dos módulos (Fig.88). A escolha do sistema de montagem difere consoante a empresa escolhida para a realização do projecto, sendo que cada uma opta pelo sistema que lhe parece mais viável, económico e seguro.

O primeiro sistema é o sistema de casas totalmente fabricadas e montadas em fábrica e depois transportadas por inteiro para o terreno de construção. Este sistema apresenta a grande vantagem do diminuído tempo despendido em trabalho “*on-site*” e a desvantagem da dificuldade do transporte destes módulos em via pública e da possibilidade de danos em transporte.

O segundo sistema faz o transporte de casas pré-montadas em fábrica para o terreno, ou seja, as casas são completadas no local de implantação em termos de acabamentos e revestimentos, de forma a garantir o mínimo de danos possíveis, aquando o transporte das casas.

O terceiro sistema é o sistema com maior número de horas de trabalho “*on-site*”, pois é um sistema que transporta as peças dos módulos (paredes, lajes, coberturas) separadamente e posteriormente as une e monta no local. Este sistema garante que o edifício não sofra danos durante o transporte, porque é transportado desmontado; porém, aumenta o tempo de trabalho no terreno, estando então dependente das condições climáticas locais.

Relativamente ao tipo de sistema modular utilizado (segundo Lawson), este pode ser de cinco tipos: fechado, parcialmente aberto, aberto, por elementos construtivos modulares ou híbrido.

O sistema fechado é um sistema em que os módulos vêm totalmente acabados, não deixando margem para alterações (Fig.89). A estes módulos não podem

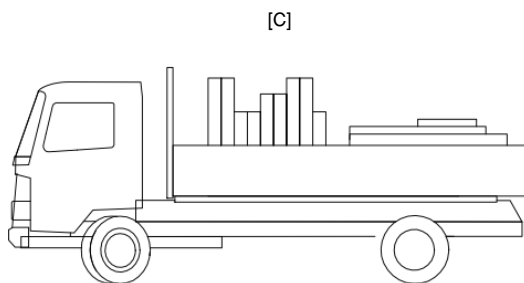
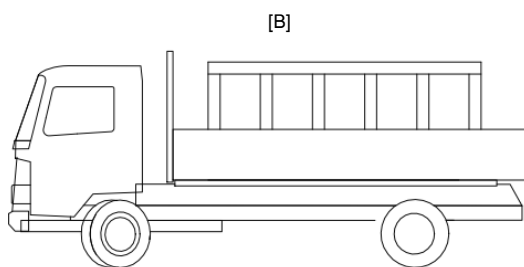
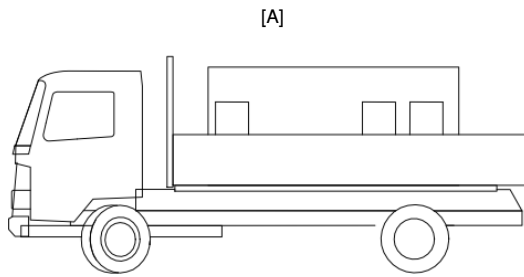


Fig. 88: Três formas possíveis de transporte dos módulos pré-fabricados: [A] Montados; [B] Pré-montados; [C] em peças.



Fig. 89: Sistema modular fechado.

ser adicionados outros módulos, pois estas casas não têm capacidade evolutiva.

O sistema parcialmente aberto é um sistema em que os módulos constituintes das casas apresentam aberturas laterais que permitem a agregação de outros módulos, tanto horizontal como verticalmente (Fig.90).

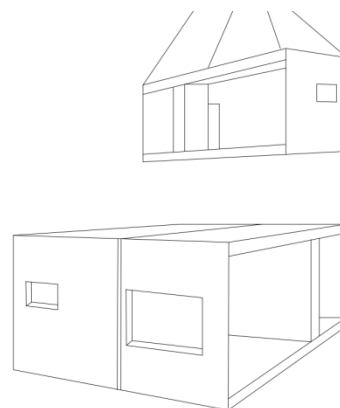


Fig. 90: Sistema modular parcialmente aberto.

O sistema modular aberto, tal como o nome indica, é um sistema em que os módulos constituintes das casas são total ou parcialmente abertos em todas as quatro fachadas, permitindo agregação de outros módulos em todos os sentidos (Fig.91).

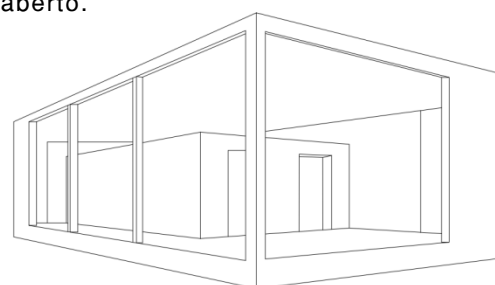


Fig. 91: Sistema modular aberto.

O sistema por elementos construtivos é um sistema em que as casas são constituídas por peças pré-fabricadas, montadas no terreno (Fig.92).

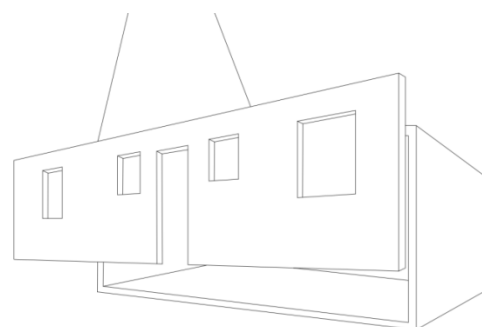


Fig. 92: Sistema por elementos construtivos modular.

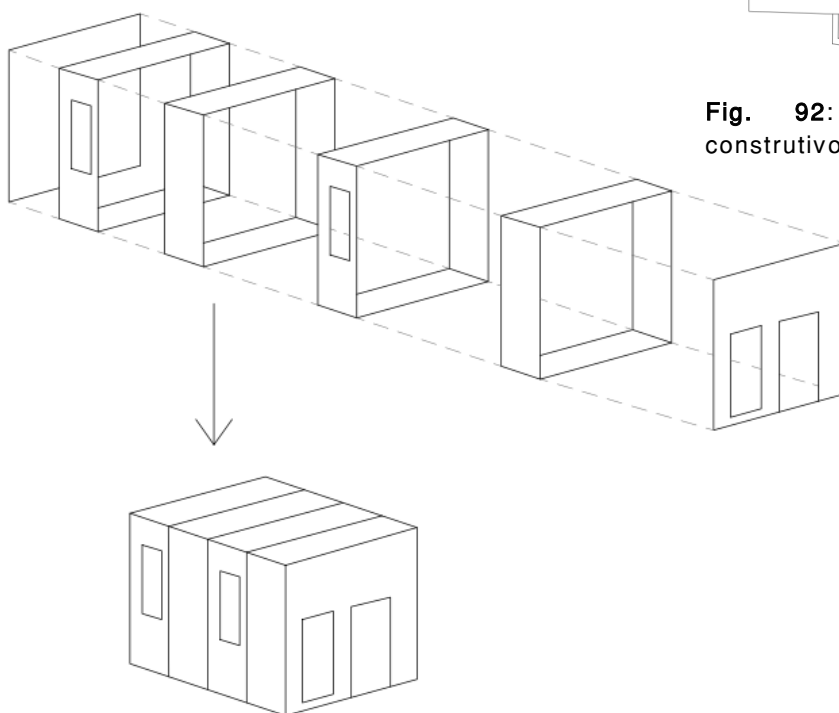


Fig. 93: Sistema Híbrido.

TRANSPORTE E MONTAGEM

O transporte dos módulos ou das casas montadas é um dos factores a ter em consideração na temática sustentabilidade pois, tal como referido anteriormente, quanto maior for a distância a percorrer desde a fábrica ao local de implantação, maior o gasto de energia e menor a eficiência energética. No entanto, partindo do pressuposto que esse factor foi considerado no desenho inicial do edifício há que ter em conta como é que esse mesmo transporte irá ser executado.

O transporte pode ser feito por vários meios, desde o marítimo ao aéreo; todavia, o mais comum e económico é o transporte terrestre por camião. Este transporte é feito pelas vias públicas e, por isso, é necessário ter em consideração as medidas máximas dos camiões de transporte permitidas por lei para a circulação da própria via pública. É necessário que este seja feito com a máxima segurança, não comprometendo a qualidade e a durabilidade dos edifícios.

Aquando a chegada do camião com os módulos ao terreno, é necessário que a montagem seja feita consoante um guião, previamente estipulado e desenhado com as estratégias para a elevação dos módulos e a sua correcta colocação no terreno e agregação, de forma a garantir o mínimo de danos que estes possam sofrer. É necessário que os módulos tragam consigo todos os detalhes da sua montagem e as informações necessárias escritas da forma mais clara e transparente, para não existirem atrasos ou custos acrescidos por más interpretações em fase de montagem (Fig.94).

Nos módulos deverão existir pontos específicos, por onde estes serão pegados pelas gruas para a sua colocação no terreno em cima das fundações e pontos específicos para a sua união e agregação.

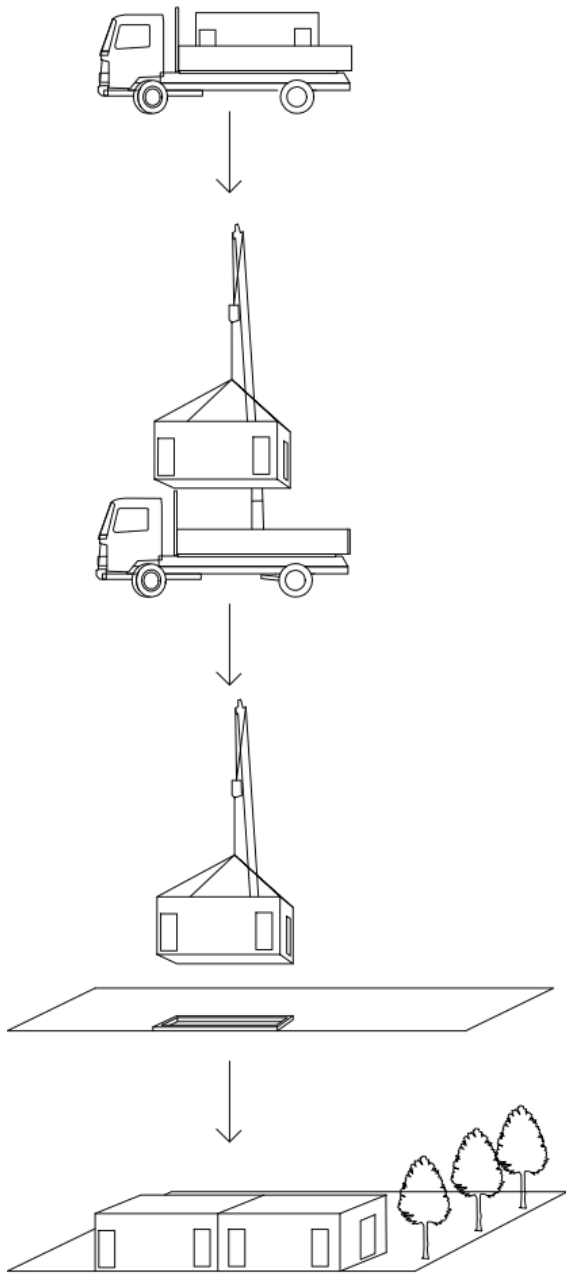


Fig. 94: Esquema- transporte e colocação de módulos no local de implantação.

VANTAGENS DA CONSTRUÇÃO MODULAR

A primeira vantagem a destacar neste tipo de sistema construtivo, comparativamente ao sistema construtivo tradicional é a redução do tempo de construção e de redução geral dos custos (Fig.95).

Há ainda que destacar outras vantagens de grande relevância da construção modular em madeira:

- O elevado controlo da qualidade da construção;
- A redução dos resíduos gerados, devido à estandardização dos elementos construtivos e processos de pré-fabricação;
- A redução do impacte no local de implantação (aumentada quando utilizada estacaria em madeira), devido ao diminuído tempo de trabalho “*on-site*”;
- A redução dos impactes ambientais devido à utilização de materiais eco-eficientes e a redução de emissões e poluição sonora;
- O aumento do rigor e estabilidade do projecto, pois existe menos espaço para falhas pelo elevado controle e segurança;
- A redução dos riscos de acidentes de trabalho, devido ao trabalho em ambiente controlado;
- A possibilidade de personalização e adaptação das casas ao gosto do cliente, devido à flexibilidade e capacidade de adaptação inerentes ao sistema construtivo (Fig.96);
- Preços flexíveis e acessíveis, dependendo do orçamento do cliente;
- O aumento da comunicação entre as várias equipas de trabalho, desde a equipa de arquitectura à de engenharia e à equipa de canalização e electricidade.
- Possibilidade de reutilização e reciclagem dos materiais após o fim-de-vida útil dos edifícios.



Fig. 95: Esquema comparativo entre o tempo de obra da construção tradicional e da construção modular.

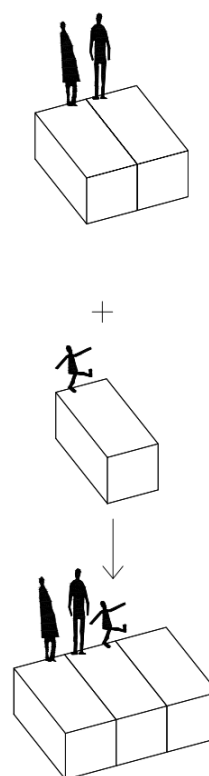


Fig. 96: Esquema da capacidade de evolução e de adaptabilidade da construção modular a cada família.



Fig. 97: Fotografia aérea zona da Caparica.
(GoogleEarth)

4.EXEMPLO PRÁTICO DE CONSTRUÇÃO MODULAR SUSTENTÁVEL EM PORTUGAL

Neste capítulo será apresentado um exemplo prático imaginado e desenhado pelo autor, implantado numa localização real. Aqui serão estudadas as características climáticas do local e escolhidas as soluções e estratégias sustentáveis mais viáveis de aplicar neste terreno de implantação segundo o sistema modular escolhido.

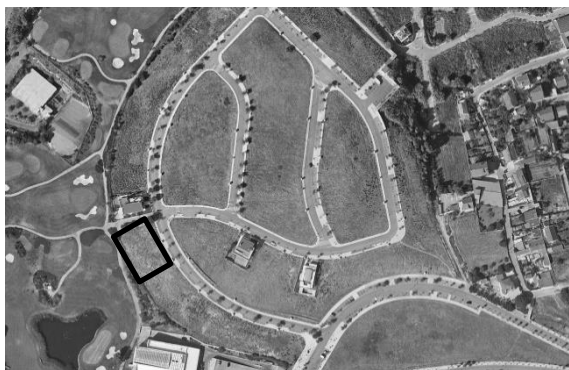


Fig. 98: Local de Implantação- loteamentos vazios nos Capuchos, Caparica.
(Fonte: GoogleEarth)



Fig. 99: Fotografia StreetView dos loteamentos vazios.
(Fonte: GoogleEarth)

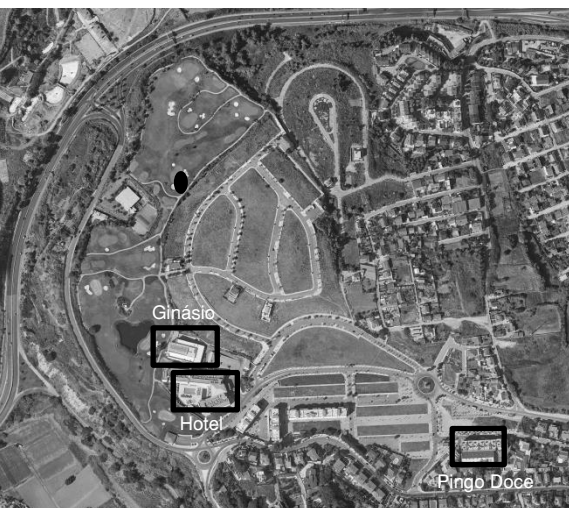


Fig. 100: Fotografia Aérea Capuchos, Caparica, com equipamentos.
(Fonte: GoogleEarth)

Para a formulação de um exemplo passível de ser aplicado no contexto real foi escolhido um terreno localizado no Concelho de Almada, na Freguesia da Caparica, junto da Aldeia dos Capuchos.

A escolha deste local de implantação para um possível edifício modular, baseou-se na pré-existência de um loteamento, actualmente vazio, com respectivas infra-estruturas urbanas. Apesar de este local ter um plano de possível construção, encontra-se, hoje, sem algum tipo de edificação, deixando os loteamentos carenciados de construção. Sendo esta uma zona relativamente recente e de forte procura para habitação, foi escolhido um loteamento que permitisse a inserção de um novo projecto e valorizasse a zona de implantação.

As acessibilidades ao local são facilmente feitas por meios de transporte públicos, existindo duas paragens de autocarro relativamente perto do local; de bicicleta, a pé ou de transporte particular, sendo este de fácil acesso.

Relativamente aos equipamentos existentes na zona (Fig.100), mesmo ao lado destes loteamentos existe um hotel, um ginásio, um supermercado e o Convento dos Capuchos (funciona como centro cultural). Um pouco mais acima, na zona da Vila Nova da Caparica, a menos de 5 km, existe um colégio privado que funciona desde a creche até ao ensino secundário, uma escola pública e na cidade da Costa da Caparica, a menos de 5 minutos de carro, encontram-se também vários outros equipamentos desde uma sala de espectáculos, um centro de saúde, um parque urbano, uma enorme extensão costeira de praia com respectivos bares de praia, vários supermercados e restaurantes, um posto de bombeiros, várias escolas desde creche ao 3ºciclo e um pavilhão polidesportivo.

Relativamente às espécies e ecossistemas existentes, estes em nada serão prejudicados aquando a implantação deste novo edifício, visto que não é

necessário fazer intervenções de grande impacto na zona de construção.

As vistas do local de implantação são privilegiadas (Fig.101), visto que devido à sua altitude e inserção numa arribas, apresenta um conjunto de vistas sobre o mar e sobre as praias desde a Cova do Vapor à Fonte da Telha.



Fig. 101: Vista dos Capuchos sobre a Costa da Caparica.
(Fonte: Arcadedarwin)

CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

O local de implantação localiza-se a 69 metros de altitude, nos Capuchos, situado na Arriba Fóssil da Costa da Caparica.

Esta zona apresenta um clima ameno durante todo o ano devido à proximidade do mar. O Verão é morno e seco e o Inverno é ameno e com precipitação.

A temperatura média anual ronda os 18,25 graus. O mês mais quente é Agosto, com uma temperatura média de 23 graus e o mês mais frio Janeiro, com uma temperatura média de 12 graus (os dados referentes ao ano de 2017 obtidos pela Estação Meteorológica de Cascais).

O número de horas de luz sol varia entre o dia mais curto do ano, com apenas 9,28 horas de luz solar (21 de Dezembro) e o dia mais longo do ano, com 14,52 horas de luz solar (21 de Junho).

Relativamente à precipitação, esta é uma zona com precipitação desde Setembro a meio de Maio, sendo Julho o mês mais seco do ano e Novembro o mês com maior índice de precipitação.

Esta é uma zona com ventos durante quase todo o ano, apesar de fracos ou moderados, sendo que os ventos mais frequentes e predominantes provêm de Norte. A velocidade média do vento varia entre o mês de Janeiro com 12,8 km/h e Julho com 26,4 km/h (dados da estação meteorológica de Cascais referentes ao ano de 2017).

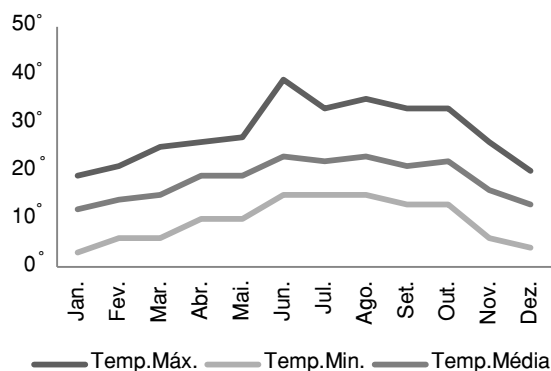


Fig. 102: Gráfico Temperaturas médias Caparica (2017).

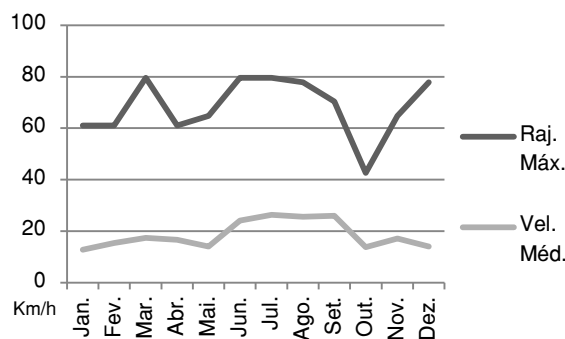


Fig. 103: Gráfico velocidade dos ventos (km/h) (2017).

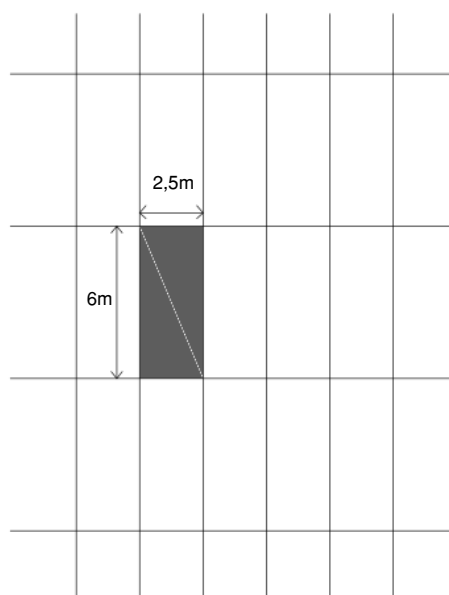


Fig. 104: Malha e módulo base para edifício modular- área módulo 15m².

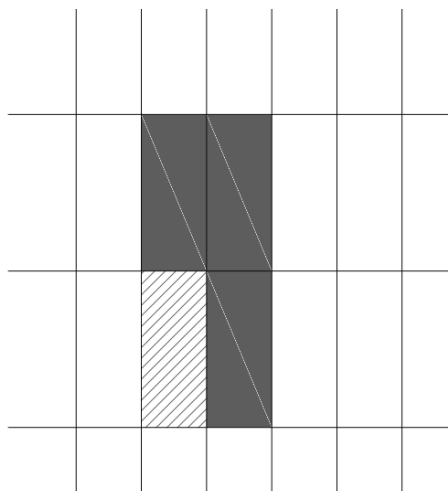


Fig. 105: Forma base edifício repetição de 3 módulos base. Área total 45m²+15m² pátio.

ESCOLHA DA MALHA E TAMANHO DO MÓDULO BASE

A escolha da malha de suporte para a criação do módulo base e sua posterior repetição baseou-se na procura pela eficiência a nível espacial e facilidade de criação de uma malha estrutural, reduzindo o desperdício de materiais. Assim, criou-se uma malha que coincide-se com as dimensões do módulo-base, 6 metros por 2,5 metros (Fig.104). Esta malha e módulo permitem que com apenas dois módulos se consiga a criação de uma unidade habitacional T0 com 30 m². A ideia é a criação de uma tipologia T1 com 45m² que permitisse, futuramente, a de incorporação de mais um ou dois módulos, transformando esta casa numa habitação T2 ou T3.

Para este exemplo, foi então repetido o módulo base três vezes, guardando mais uma repetição para a incorporação de um pátio/terraço exterior (Fig.105).

IMPLANTAÇÃO E ORIENTAÇÃO NO TERRENO

A implantação do edifício tentou valorizar ao máximo as vistas sobre o exterior, privilegiando a vista da fachada principal, com maior número de vãos, sobre o mar e sobre as praias da Costa da Caparica. O edifício encontra-se implantado na Rua Maria de Lourdes Ribeiro, nos Capuchos, junto do único outro edifício de habitação existente nessa rua (Fig.106). O edifício será transportado em 3 módulos separados + módulo pátio, previamente montados em fábrica, para o terreno, sendo só necessário a sua agregação “*On-site*” e acabamentos finais.



Fig. 106: Imagem área de parte da Caparica, com implantação de novo edifício.
(Fonte:GoogleEarth)

MANUAL ILUSTRADO:

Este edifício encontra-se orientado no terreno, com as suas fachadas de maior dimensão viradas a Sudoeste/Nordeste, procurando o maior conforto térmico interior durante todo o ano (Fig.107).

Devido a esta zona ser constituída por um solo argiloso e arenoso, as fundações não podem ser em estacaria de madeira; no entanto, de modo a diminuir o uso de betão nas fundações, optou-se por fundações pontuais em betão armado.

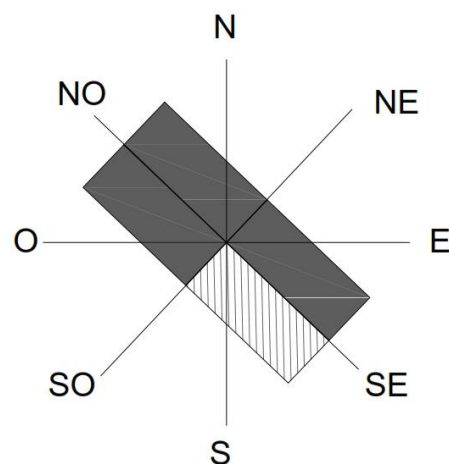


Fig. 107: Orientação do edifício face aos pontos cardeais.

DESENHO ORGANIZACIONAL INTERIOR

O desenho dos espaços interiores dependeu da orientação solar e da incidência dos raios solares no interior dos espaços. A zona de cozinha encontra-se virada a Noroeste, a zona de sala de estar a Sudoeste/ Nordeste, a sala de jantar a Nordeste, a Zona de quarto orientada a Sudoeste/Nordeste e a Zona de casa de banho a Noroeste. Assim, as zonas comuns e zonas de maior permanência ficam localizadas em fachadas com maior incidência solar, ou seja, zonas de maior conforto térmico, deixando as zonas húmidas localizadas em zonas menos privilegiadas (Fig.108).

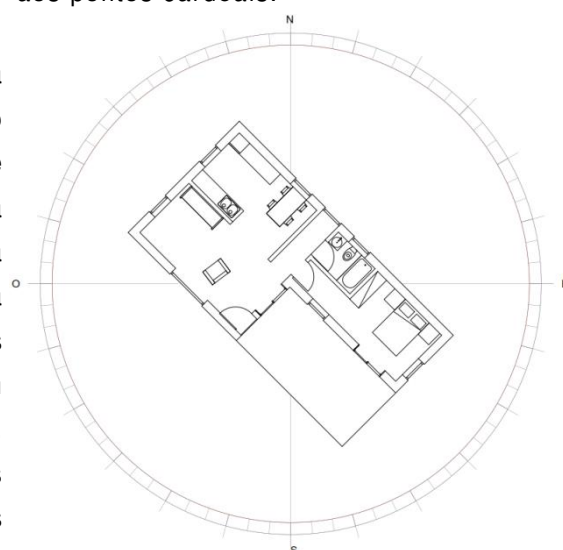


Fig. 108: Organização Funcional Interior.

DESENHO PASSIVO E MATERIALIDADES

No desenho dos espaços interiores, privilegiou-se a incorporação de grandes vãos envidraçados a Sudoeste (vãos virados para o mar) e Sudeste, de modo a garantir a entrada de raios solares e a realizar o aquecimento passivo dos espaços, diminuindo os gastos energéticos em aquecimento.

De forma a sombrear as zonas mais a Sul (Fig.109), optou-se por duas soluções: a primeira a utilização de um sombreamento fixo na zona do pátio, que protegesse a zona da sala de estar e do quarto dos raios solares excessivos, durante o Verão e a incorporação de estores interiores, regulados pelo

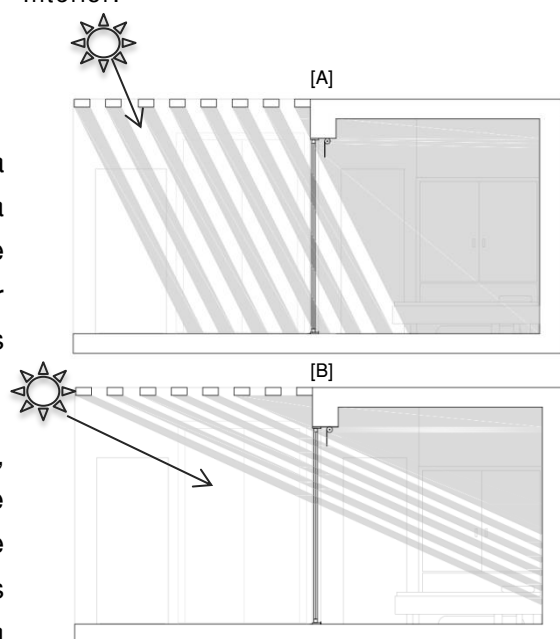


Fig. 109: Sombreamento Fixo: Incidência dos raios solares às 13.00h- [A] Verão; [B] Inverno.

MANUAL ILUSTRADO:

Estratégias para a construção modular sustentável em madeira em Portugal 211

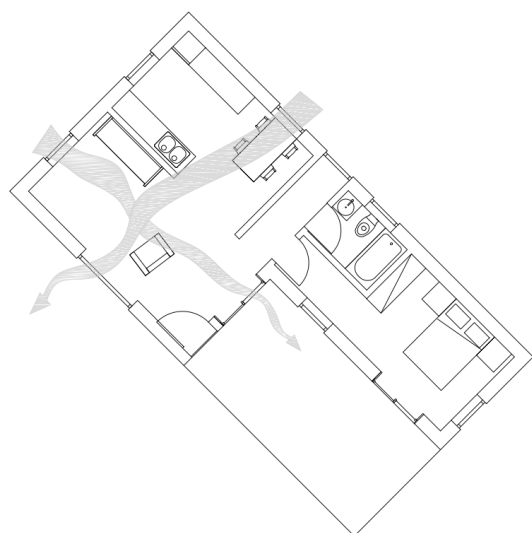


Fig. 110: Ventilação Cruzada-Estratégia Passiva de Arrefecimento.

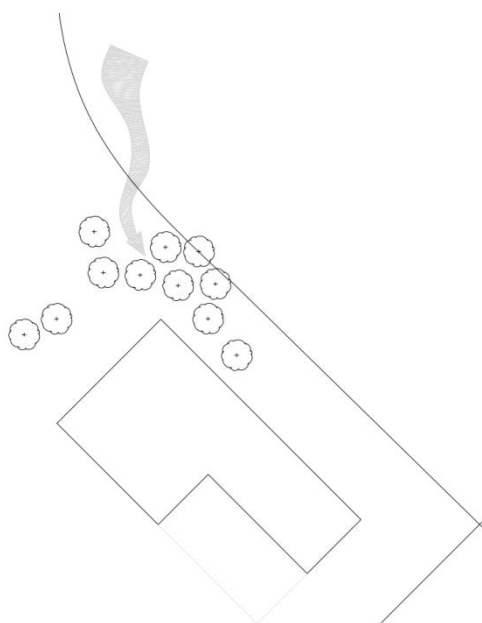


Fig. 111: Plantação de vegetação de folha persistente, como estratégia de redução do impacto dos ventos dominantes de Norte.

utilizador, de forma a controlar a entrada de luz e radiação solar.

Relativamente aos vãos envidraçados, procurou-se a incorporação de vãos em fachadas opostas, de modo a ser possível a ventilação natural cruzada, renovando o ar interior e refrescando os espaços

A Norte e Noroeste, devido a estas serem as direcções dos ventos dominantes, optou-se pela plantação de vegetação de folha persistente, que cortasse o impacto que estes ventos têm nestas fachadas (Fig.111).

De forma a reduzir o desperdício de água, foi implantado um sistema de recuperação e reaproveitamento das pluviais (Fig.112), para posterior utilização na rega do jardim, água das sanitas e para outros usos não-domésticos (ex. lavagens) e também pela incorporação de um sistema de reciclagem das águas cinzentas para posterior reutilização em usos não-domésticos.

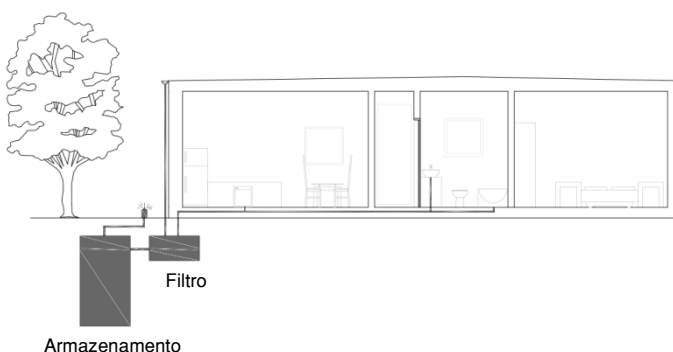


Fig. 112: Corte – Aproveitamento e reciclagem das águas pluviais e cinzentas.

De modo, a manter o grafismo existente nas edificações da área, foi escolhido um revestimento em pedra Lioz na fachada exterior virada para a estrada e na fachada lateral, contrastando com a fachada a Sudoeste revestida a madeira.

[A]

[B]

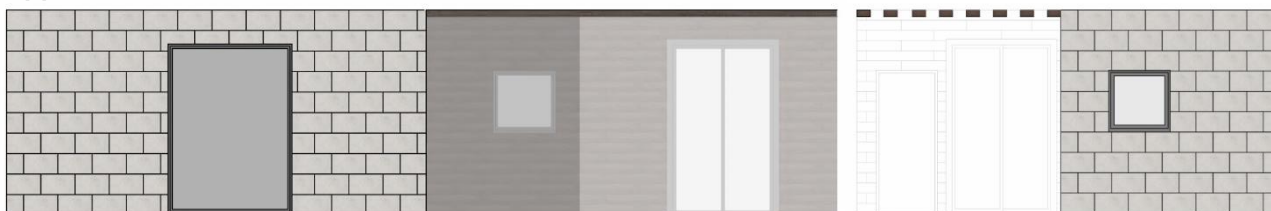


Fig. 113: [A] Alçado Principal e [B] Alçado Lateral Direito- Materialidade.

MANUAL ILUSTRADO:

ESTRATÉGIAS ACTIVAS UTILIZADAS

Foi incorporado um sistema de painéis solares térmicos virados a Sul, de maneira a ser possível o AQS e ainda o aquecimento do piso radiante (Fig.114).

Já dentro de casa, a escolha dos electrodomésticos valorizou os electrodomésticos de elevada eficiência hídrica, no caso das máquinas de lavar roupa e louça e grande eficiência energética, de classe A++ em todos os consumidores de electricidade desde televisões, fornos, microondas... Nas torneiras e duchas, incorporaram-se dispositivos economizadores e sensores, de modo a diminuir o desperdício de água.

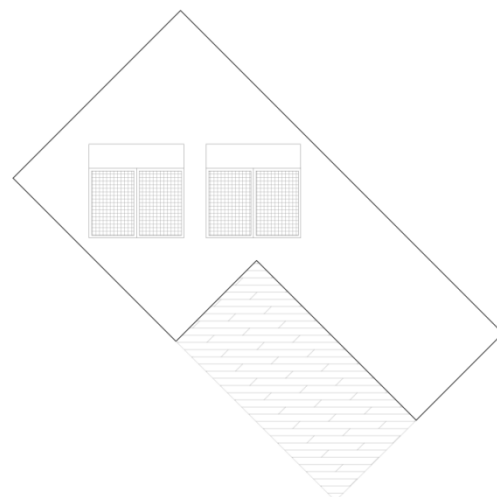


Fig. 114: Painéis Solares Térmicos na cobertura.



Fig. 115: Máquina Lavar de Roupa BECKEN BoostWash BWM3641. Classe A+++;



Fig. 116: Máquina de Lavar Louça BOSCH SMS46KW00E. Classe A++



Fig. 117: Forno Elettrolux EOB2430BOX 72L A+ Inox.



Fig.118: Silver IP-LE493413 Smart TV LED 50". Classe A+.

Em relação à iluminação, procurou-se apenas iluminação em pontos específicos recorrendo à iluminação LED. No exterior optou-se por iluminação de baixo alcance, nos pontos necessários do acesso à casa com sensores de movimento.



[A]

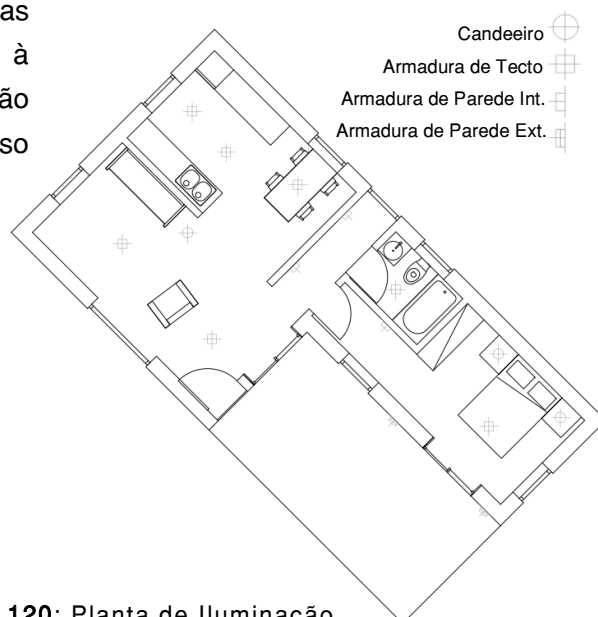


[B]



[C]

Fig. 119: Lâmpadas: [A] Candeeiros Tecto e Candeeiros Móveis 4W, [B] Candeeiro Parede Int. 3W. [C] Candeeiro Parede com sensor Ext. 4W.



Candeeiro
Armadura de Tecto
Armadura de Parede Int.
Armadura de Parede Ext.

Fig. 120: Planta de Iluminação.

MANUAL ILUSTRADO:

Estratégias para a construção modular sustentável em madeira em Portugal 213

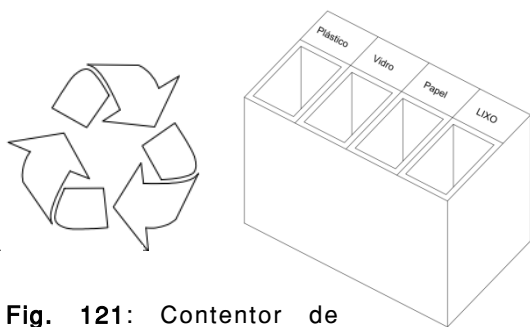


Fig. 121: Contentor de reciclagem doméstica.

Outra estratégia aplicada foi a utilização de pequenos contentores de reciclagem na cozinha da casa para a separação do lixo doméstico, visto que existem contentores grandes de reciclagem onde os resíduos podem ser depois despejados para serem recolhidos pela Amarsul, próximo da rua onde o edifício se encontra implantado (Fig.123).

Sabias que?

A compostagem é um sistema de reciclagem com várias vantagens e benefícios. No entanto, a principal vantagem é a redução da quantidade de lixo doméstico produzido que segue para os aterros e a redução de gases poluentes para a atmosfera.

A compostagem é um processo biológico de transformação de resíduos orgânicos em matéria fertilizante. Este é um processo natural de decomposição de matéria orgânica por acção de seres vivos como microorganismos, minhocas, fungos e bactérias, que a transforma em adubo natural, que pode ser utilizado como fertilizante de jardins e hortas.

Uma maneira de reduzir o número de resíduos deitados no comum “caixote do lixo” foi a incorporação de um contentor de compostagem doméstica, no exterior da casa, para a realização da compostagem dos resíduos orgânicos e, posteriormente, quando transformados em adubo- fertilizante natural, utilizá-lo no quintal e pequena horta existentes no exterior da casa (Fig.122).

A criação de uma pequena horta no exterior da casa segue a ideia de sustentabilidade e ecologia, privilegiando uma alimentação saudável e biológica criada pelo próprio utilizador da casa.

A ideia é reduzir ao máximo a quantidade de resíduos gerados sem serem reciclados e reutilizados.

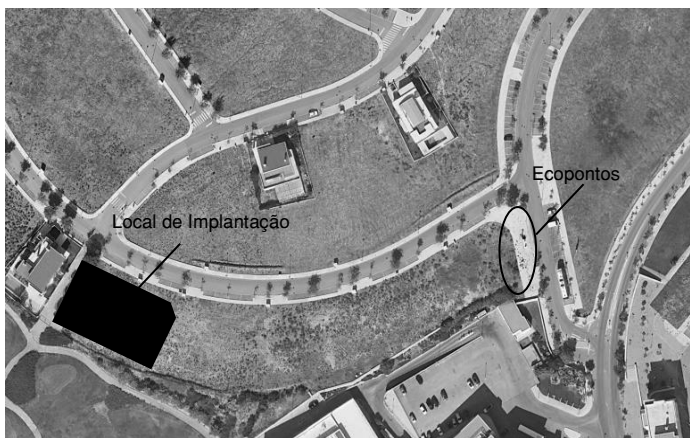
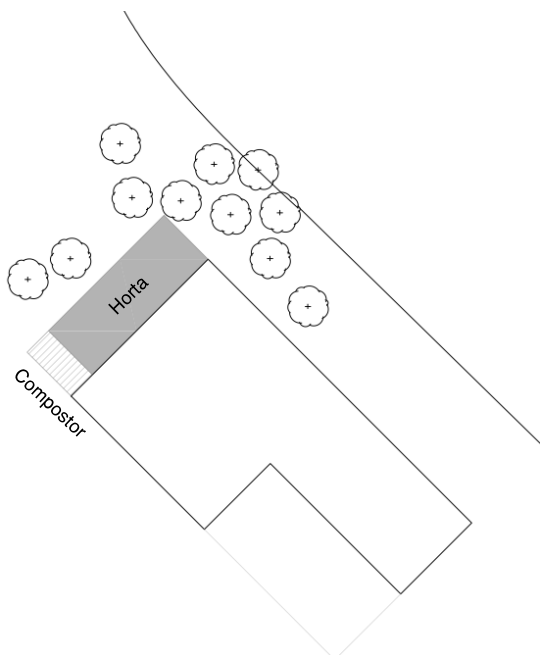


Fig. 122: Localização dos Ecopontos, no fim da rua da localização do novo edifício -Rua Quinta da Belavista.

Fig. 123:Horta e Ponto de compostagem doméstico.

GLOSSÁRIO:

3R's: Reciclar, Reduzir e Reutilizar.

ACV: Análise do Ciclo de Vida (técnica de avaliação dos impactos ambientais gerados por determinado produto ou processo).

Águas Cinzentas: Água residual doméstica gerada por electrodomésticos ou lava-louças, chuveiros e lavatórios, que pode ser tratada e reutilizada para uso posterior, como por exemplo regas.

Águas Negras: Água doméstica resultante de descargas sanitárias, contendo vestígios de urina ou fezes. Pode ser tratada e desinfetada, de forma a ser reciclada; no entanto, é um processo mais complexo.

Águas Pluviais: Água proveniente da precipitação. Pode ser armazenada para posterior reutilização.

Águas Residuais Domésticas: Águas provenientes de utilização no meio doméstico, dividindo-se em águas cinzentas e águas negras.

Ambiente Construído: Termo que se refere a espaços naturais modificados pelo Homem, através da construção de espaços, zonas verdes ou edificações com infra-estruturas.

Ambiente Natural: Ambiente sem modificação por parte do Ser Humano. Neste ambiente o ciclo de vida acontece de forma natural

controlada pela Natureza, sem controlo por parte do Homem.

Ar Condicionando: Sistema de Aquecimento e Arrefecimento Activo. Esta solução activa altera a temperatura e humidade do ar de forma a tornar os espaços mais confortáveis.

Área de Implantação: Área onde é edificado e localizado um edifício.

Arrefecimento Evaporativo: sistema que consiste na evaporação da água de um determinado ambiente, arrefecendo o ar que circula na zona.

AQS: Sistemas de Água Quente Sanitária (Sistemas de Aquecimento das águas através de caldeiras/ termoacumuladores, bombas de calor e aquecimento solar térmico)

BREEAM: Sistema de Certificação Sustentável de Edifícios Inglês (*Building Research Establishment Assessment Method*)

Cobertura Verde: Cobertura de Edifício total ou parcialmente revestida com vegetação sobre uma camada de isolamento e laje de espessura pré-dimensionadas.

Conforto térmico: Condição psicológica que expressa a satisfação com o ambiente térmico interior. Este conforto encontra-se relacionado com diversos factores como actividade física, vestuário utilizado, circulação

do ar interior, quantidade de humidade e temperatura do ar.

Conforto Acústico: Condição psicológica que expressa a satisfação com o ambiente acústico interior. Este conforto depende de vários factores, como a existência de ruído por falta de isolamento ou factores associados às características dos materiais existentes no espaço, como a reverberação, absorção e refacção, reflexão e difusão do som.

Construção Bioclimática: Tipo de construção que aproveita as características e recursos naturais do local de implantação para minimizar impactes ambientais, para sistemas passivos de aquecimento, arrefecimento e iluminação do edifício.

Construção Flexível: Construção que se adapta aos usos e utilizadores do espaço.

Construção Modular: Tipo de construção que alia a pré-fabricação à utilização de módulos, de forma a obter uma construção económica, e confortável num menor espaço de tempo possível. Este tipo de construção baseia-se num desenho de concepção rápida de elementos pré-fabricados e com elevado grau de sustentabilidade.

Desconstrução: Acto de desfazer um edifício, removendo os elementos e peças que o constituem sem o demolir, para que este possa ser posteriormente erigido noutra localização, ou que as suas partes possam ser reutilizadas.

Demolição: Acto de dismantelar um edifício, por meio da sua destruição. Este acto não é reversível.

Edifício Sustentável: Edifício eficiente em termos energéticos, que utiliza materiais eco-eficientes e preocupa-se com a gestão dos recursos naturais. Para garantir que um edifício é sustentável este é certificado por uma entidade acreditada.

Edifício Ecológico: Edifício que tem por base os mesmos princípios de um edifício sustentável; porém, preocupa-se com a envolvente onde se insere e respectivos ecossistemas naturais.

Eficiência energética: Modo de utilização de energia de forma racional, de forma a obter uma relação equilibrada e eficaz entre a energia disponível e a energia gasta. Obtém os resultados esperados economizando o máximo de recursos.

Energia renovável: Energia proveniente de recursos naturais inesgotáveis como água, sol, chuva, marés, vento...

Energia não renovável: Energia proveniente de fontes naturais esgotáveis. Exemplo: combustíveis fósseis (gás, carvão, petróleo...).

Energia Solar: Energia renovável proveniente do calor e luz do recurso natural, Sol.

Envolvente: Espaço que rodeia determinado objecto ou edifício.

Evapotranspiração: é o processo que resulta da perda de água de uma

planta por transpiração e do solo por evaporação.

Ganhos directos de Energia: Ganho de energia resultante do aproveitamento directo da luz solar, através de vãos e incidência dos raios solares nos materiais de revestimento interior.

Ganhos Indirectos de energia: Ganhos de energia conseguidos através da energia acumulada na massa térmica dos materiais.

Ganhos Isolados: Combinação dos ganhos directos e indirectos. Estes ganhos resultam da combinação da energia captada directamente da luz solar, que é armazenada na massa térmica dos materiais e posteriormente é transferida para os espaços interiores. Exemplo: Estufas solares

GEE: Gases de Efeito de Estufa. Estes são os gases que retêm o calor na superfície terrestre aumentando o efeito de Estufa e o aquecimento global. Os principais GEE são: H_2O , CO_2 , CFC, N_2O e CH_4 .

Iluminação Artificial: iluminação eléctrica, resultante de fontes e dispositivos de luz.

Iluminação Natural: Iluminação proveniente do Sol.

Iluminação Zenital: Iluminação natural proveniente de uma abertura no tecto.

Impactes Ambientais: Alterações e desequilíbrios no meio ambiente natural causadas pelo Homem.

Isolamento: Camada que impede transmissão de energia ou som de um compartimento para outro.

LEED: Sistema de Certificação Sustentável de Edifícios Americano (*Leadership in Energy and Environment Design*).

LiderA: Sistema de Certificação Sustentável de Edifícios Português (Liderar pelo Ambiente).

Localização Sustentável: Localização que tira proveito das características bioclimáticas do local de construção.

Malha: Sistema referencial ortogonal 2D.

Madeira certificada: Madeira com selo de certificação, proveniente de florestas sustentáveis que tenham respeito pelo meio ambiente e utilizem práticas sustentáveis. A certificação mais comum é pela FSC (*Forest Stewardship Council*).

Materiais Eco-eficientes: Materiais de elevada durabilidade, com baixa energia incorporada, não tóxicos, provenientes de locais próximos da edificação, reutilizáveis e renováveis, provenientes de fontes renováveis e com baixa necessidade de manutenção.

Materiais Recicláveis: Materiais que podem ser reutilizados em fim-de-vida, para criar outros materiais.

Materiais com baixa energia incorporada: Materiais que têm uma baixa quantidade de energia na sua

constituição. Exemplo: madeira e cortiça.

Módulo: Unidade que serve de medida.

Pavimento Radiante: é um sistema de aquecimento activo que consiste na colocação de tubos por debaixo de um pavimento, nos quais passa um fluido aquecido.

Permeabilidade: Capacidade que um material tem de deixar-se penetrar por uma substância.

Poluição Luminosa: Poluição originada por excesso de luminosidade criada pelo ser humano. Este tipo de poluição interfere com os ecossistemas naturais existentes nos espaços afectados e pode causar efeitos negativos na saúde do Homem.

Pré-Fabricação: Sistema de construção económico e de elevada rapidez. Consiste na fabricação de elementos em série numa fábrica e que posteriormente podem ser montados na fábrica e transportados por inteiro para o local de implantação ou montados nesse mesmo local.

Recursos Naturais: Elementos da Natureza utilizados pelo Homem, para a sua sobrevivência.

Soluções Activas: Consistem em estratégias de aquecimento e arrefecimento do espaço sem necessidade de recorrer a meios mecânicos. Resultam apenas de estratégias de desenho que

aproveitam as características bioclimáticas dos locais de implantação.

Soluções Passivas: Consistem em soluções que recorrem a meios mecânicos para aquecimento e arrefecimento dos espaços. Exemplo: Pavimento Radiante e Ar Condicionado.

Sombreamento: Acto de sombrear um espaço. Estratégia de desenho bioclimática de arrefecimento do Espaço.

Sustentabilidade: É um processo ou característica. A sustentabilidade assenta sobre três dimensões: social, económica e ambiental.

Ventilação Natural: Processo controlado de arrefecimento de um espaço e de renovação do ar interior, apenas por meio natural. Exemplo: abertura de uma janela. A ventilação natural pode ser cruzada ou por efeito chaminé.

Ventilação Cruzada: Consiste numa forma de ventilação natural, na qual são abertas janelas em fachadas opostas de um espaço para fazer circular o ar (através de correntes de ar).

Ventilação por Efeito Chaminé: forma de ventilação natural, que consiste na abertura de vãos em diferentes níveis, de forma a fazer o ar circular verticalmente. Este efeito acontece devido às diferenças de temperatura do ar que causam diferenças de

pressão e provocam a deslocação do ar.

Ventilação Forçada: São sistemas de ventilação que renovam o ar interior através de meios mecânicos.

ANEXOS:

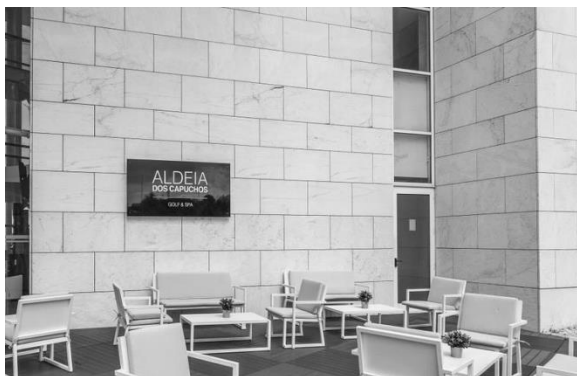
Aqui encontram-se anexadas as imagens referentes ao caso prático e respectivas fichas de equipamentos.

Localização e materialidade de edifícios da zona:

Fotografia Aérea Localização- Capuchos, Caparica



Materialidade Edifícios Envolventes:



Melia Aldeia dos Capuchos- Pedra



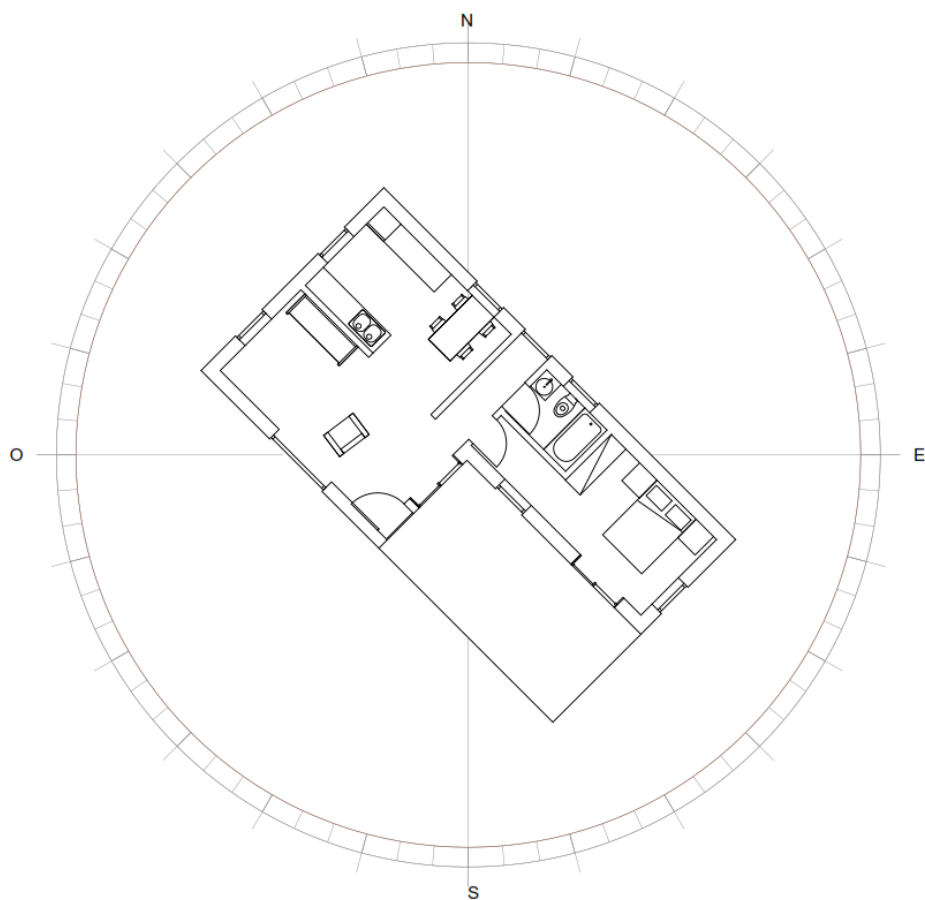
Edifício Habitacional Capuchos- Pedra e Reboco

MANUAL ILUSTRADO:

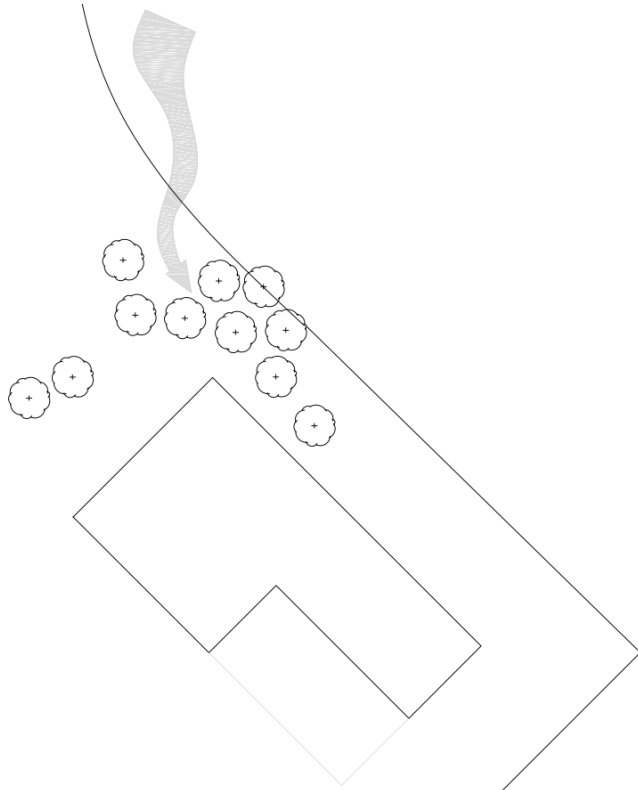
Estratégias para a construção modular sustentável em madeira em Portugal 219

Plantas:

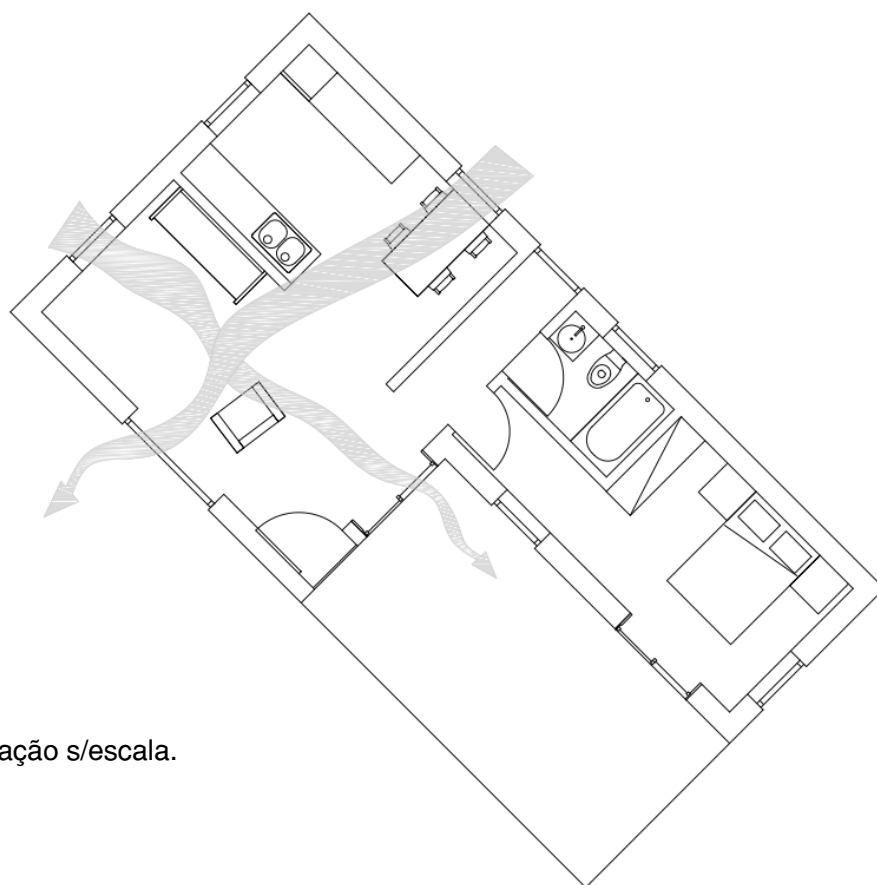
Planta com Pontos Cardeais s/escala.



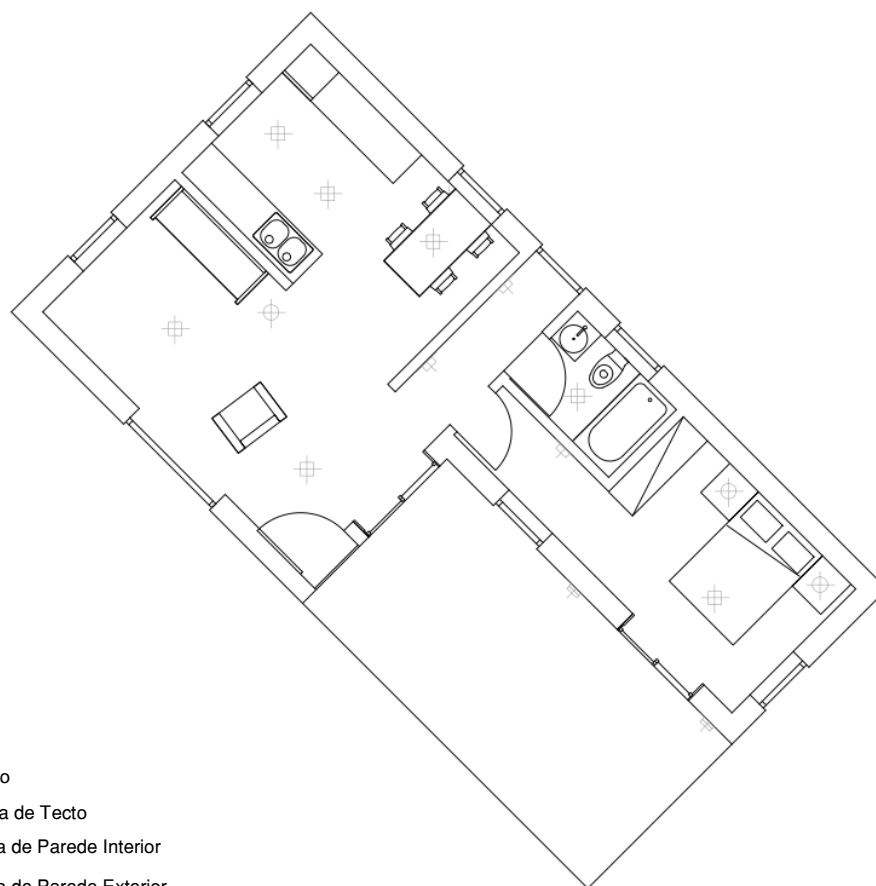
Planta Ventos Dominantes s/escala.



Planta Ventilação Cruzada s/escala.



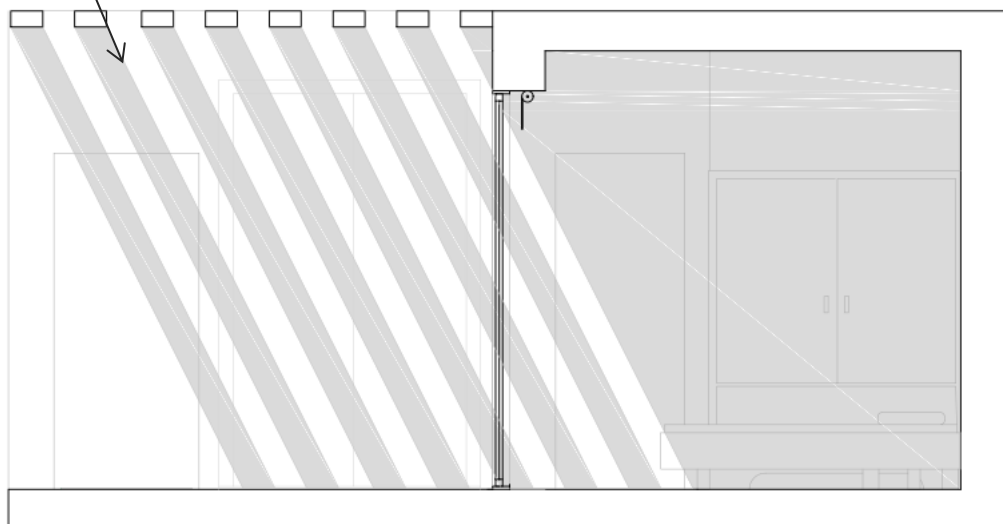
Planta Iluminação s/escala.



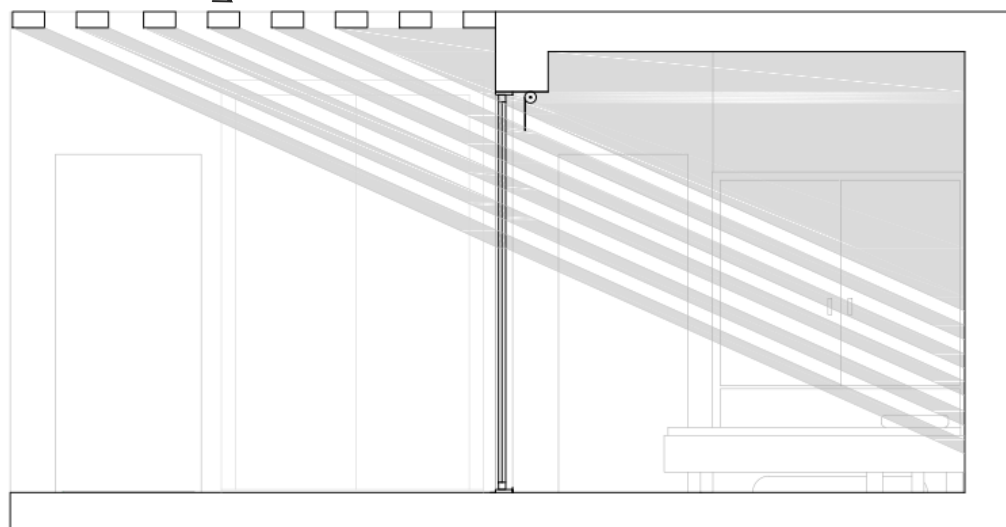
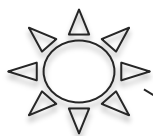
- ⊕ Candeeiro
- ⊞ Armadura de Tecto
- ⊞ Armadura de Parede Interior
- ⊞ Armadura de Parede Exterior

Cortes:

Cortes Sombreamento Julho e Dezembro s/escala.

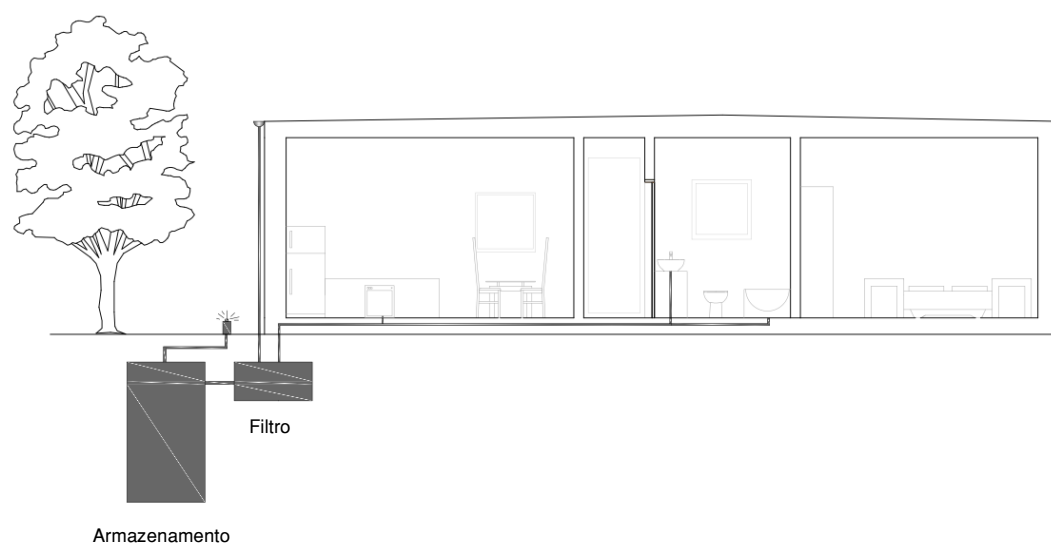


21 de Julho 13.00h.



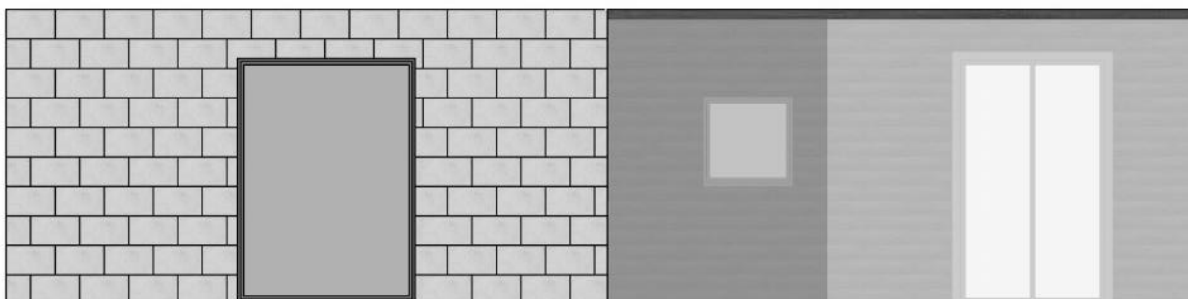
21 de Dezembro 13.00h.

Corte Reciclagem e Aproveitamento de águas s/escala.

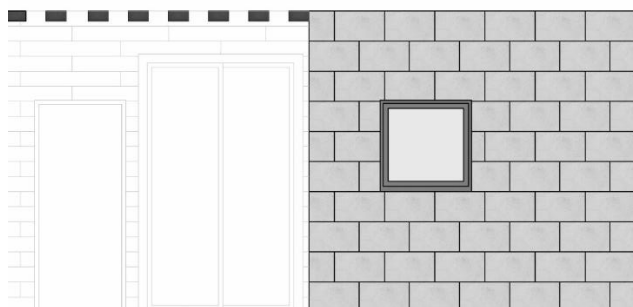


Alçados com materialidade:

Alçado Frontal s/escala:



Alçado Lateral direito s/escala:



Pedra Lioz




Madeira

MANUAL ILUSTRADO:

Estratégias para a construção modular sustentável em madeira em Portugal 223

Fichas Equipamentos Domésticos:

Máquina Lavar de Roupa BECKEN BoostWash BWM3641.




Referências	
① Referência Worten	6383395
① EAN	5601988297069
① Marca	BECKEN
① Modelo	BWM3641
① Garantia	2 anos

Características Físicas	
① Tampo Amovível	Não
① Material da Cuba	Polinox
① Ecrã	Tátil
① Cor	Branco
① Peso	61 kg
① Altura	85
① Largura	59.5
① Profundidade	49.5

Características Específicas	
① Capacidade	7 Kg
① Centrifugação	1400 rpm
① Tecnologia	BOOSTWASH
① Tipo de Motor	Convencional com Escovas
① Potência (W)	2000

Eficiência Energética	
① Classe Energética	A+++
① Eficiência de Lavagem	A
① Eficiência de Centrifugação	B
① Ruído na Lavagem (dB)	59 dB
① Ruído na Centrifugação (dB)	78 dB
① Consumo de Água (L/ciclo)	42
① Consumo de Água (L/ano)	10000
① Consumo de Energia	174 kWh/ano

Máquina de Lavar Loiça BOSCH SMS46KW00E




Referências	
① Referência Worten	6650077
① EAN	4242002965215
① Marca	BOSCH
① Modelo	SMS46KW00E
① Garantia	2 anos

Características Físicas	
① Cor	Branco
① Peso	51.1 kg
① Altura	84.5
① Largura	60
① Profundidade	60
① Unidade de Medida	cm

Características Específicas	
① Tipo	Standard (Largura 60 cm)
① Instalação	Livre
① Capacidade	13 Conjuntos
① Tecnologia	VarioSpeedPlus
① Potência (W)	2400 W
① 3º Nível para Talheres	Sim
① Cesto regulável em altura	Sim
① N° de braços de lavagem	2

Eficiência Energética	
① Nível de Ruído (dB)	46
① Classe Energética	A++
① Eficiência de Lavagem	A++
① Eficiência de secagem	A
① Consumo de Água (L/ciclo)	7.5
① Consumo água (L/ano)	2100
① Consumo de Energia	262 kWh/ano


Forno Electrolux EOB2430BOX 72L A+ Inox



Classe de eficiência energética	A+
Tamanho do forno	Médio
Tipo de forno	Forno elétrico
Capacidade interior do(s) forno(s) totais	72 l
Potência do forno totais	2780 W
Número de fornos	1
Capacidade interior do forno	72 l
Potência do 1º forno	2780 W
Faixa de termostato (1º forno)	50 - 275 °C
Potência do grelhador	2700 W
Número de posições de prateleira	5
Auto-limpeza	Sim
Tipo de limpeza	Água Clean

Tipo de monitor	LED
Dobradilha da porta	Para baixo
Número de painéis de vidro	2
Resistente a dedadas	Sim
Tipo de temporizador	Digital
Modos do temporizador	Tempo de confeit., End cooking time
Fácil de limpar	Sim
Nível de ruído Lc IEC	43 dB
Aquecimento superior e inferior	Sim
Aquecimento inferior	Sim
Consumo energético (convencional)	0,93 kWh
Consumo energético (convecção forçada)	0,69 kWh
Voltagem de entrada de AC	220 - 240
Frequência de entrada AC	50/60

Silver IP-LE493413 Smart TV LED 50"



Características Principais

① Tipo de Produto

LED Ecrã Plano

① Diagonal de Ecrã

50" / 127 cm

① Qualidade de imagem

Full HD 1080p

① Frequência

60 Hz

① Smart TV

Sim

Informações Consumo de Energia

① Eficiência energética

A+

① Consumo de energia (ativo)

67 W

① Consumo de energia (anual)

98 kWh

Características Técnicas

① Diagonal de Ecrã

50" / 127 cm

① Resolução

1920 x 1080 pixels

① Sistema Operativo

Android 4.4

① Qualidade de imagem

Full HD 1080p

① Frequência

60 Hz

① Tecnologia de Frequência

Frequência Nativa

① Rácio de ecrã

16:9

Características Gerais

① Tipo de Produto

LED Ecrã Plano

① Cor

Preto

① Dimensões c./base (LxAlxP)

112,5 x 68,2 x 23,5 cm

① Dimensões s./base (LxAlxP)

112,5 x 65,1 x 8 cm

① Normativa VESA

200 x 200 mm

MANUAL ILUSTRADO:

Fichas lâmpadas:

Lâmpada LED EGLO E27 G125 4W Amber 1700K



FICHA TÉCNICA			
Referências		Características Específicas	
① Referência Worten	6316668	① Potência	4W
① Marca	EGLO	① Tipo de Casquilho	E27
① EAN	9002759116941	Mais Informações	
① Modelo	GOLDEN AGE	① Mais Informações	Intensidade da Luz Regulável
Características Físicas			
① Peso	0,071		
① Altura	16,7		

Lâmpada LED GU10 3W 3000K



FICHA TÉCNICA			
Referências		Características Específicas	
① Referência Worten	6064671	① Potência	3W
① Marca	EGLO	① Tipo de Casquilho	GU10
① EAN	9002759943950	① IP	IP20
Características Físicas		① Estilo	Contemporâneo
① Cor	Branco	Alimentação	
① Peso	0,57	① Tipo de Alimentação	Corrente elétrica
① Altura	8,5	Extras	
① Largura	35	① Inclui Lâmpadas	Sim
① Profundidade	8,5	① Número de Lâmpadas	1
① Material	AÇO	① Extensível	Não
		① Interruptor	Sim

MACAW 3W- LED integrada



Características			
Cor	➤ Preto	Largura (em cm)	➤ 12,7
Material principal	➤ Plástico	Profundidade (em cm)	➤ 9,1
Tipo de casquilho	➤ LED integrada	Detetor de movimento	➤ Sim
Tecnologia da luz	➤ LED integrada	Ângulo de deteção (em °)	➤ 100
Classe de proteção	➤ 2: aparelho elétrico com duplo isolamento	Distância de deteção (em m)	➤ 10
Índice de proteção (ip + ik)	➤ IP44	Detetor regulável	➤ Sim
Classe energética	➤ A+	Vida útil (em h)	➤ 25000
Potência real de consumo (em W)	➤ 3,5	Tempo máximo de iluminação (em min)	➤ 6
Potência (em lúmen)	➤ 320	Potência máxima por luz (em W)	➤ 4 W
Temperatura de cor (em K)	➤ 2700	Potencia equivalente por lâmpada fornecida (W)	➤ 4 W
Número de luzes	➤ 1	Tensão (em V)	➤ 230
Lâmpada incluída	➤ Sim		
Altura (em cm)	➤ 13,7		

10. APÊNDICES

(Entrevistas com empresa a *Modular System* e *MIMA Housing*)

A- Entrevista com Mafalda Ortigão da empresa *Modular System*.

B- Entrevista com Marta Brandão da empresa *MIMA Housing*.

Nota: Por vezes, não se apresenta a transcrição literal das conversas; optando-se por corrigir pontualmente, o discurso do ponto de vista sintáctico, por se considerar que a mera transcrição do discurso coloquial dadas as suas características próprias, apresentando eventualmente pouca clareza, podendo comprometer a compreensão. No entanto, as alterações são sempre pouco significativas e nunca ao nível semântico apenas quando absolutamente necessárias.

A-Entrevista com Mafalda Ortigão, arquitecta e técnica comercial da *Modular System*.

Ana Rodrigues - Como surgiu a ideia da criação desta empresa? Porquê a escolha de construção modular em painéis, sobre a de construção modular terminada em fábrica e posteriormente transportada por inteiro para o terreno de implantação?

Mafalda Ortigão - Aqui a intenção era, não vendermos uma casa pronta, fechada, e condicionar um cliente com um modelo tipo, mais restringido a umas tipologias pré-definidas. Era deixar que houvesse mais versatilidade em termos de projecto. No fundo, aqui nós criamos a casa para aquele cliente específico, com a nossa modelação, com a métrica que estudámos que seria a que rentabilizasse mais os materiais pré-fabricados, porque nós utilizamos materiais prefabricados. Com as dimensões que o mercado nos fornece, tentámos chegar a um módulo onde houvesse menos desperdício possível de material, a umas medidas tanto de pé direito como de modelação, à própria métrica em termos de planta. E, a partir daí, construímos, com a equipa de arquitectos. Fazemos o projecto de acordo com o programa do cliente e o terreno. Adaptamos sempre o projecto.

[A.R] - É possível o cliente pedir dimensões diferentes da *standard*?

[M.O] - Possível é, mas vamos sair da vantagem desta construção. A vantagem é que os pormenores estão feitos para uma determinada dimensão. Se alterarmos os painéis *standards* que têm determinada dimensão, estes teriam de ser modificados e ter-se-ia de modificar o pormenor, indo sair mais caro. Perde-se mais tempo na preparação da obra e sairá mais caro ao cliente.

[A.R] - Porquê a construção em madeira?

[M.O] - Tem a ver com a sustentabilidade. E depois é assim: são casas muito mais confortáveis termicamente, em termos energéticos.

[A.R] - A madeira é portuguesa ou importada?

[M.O] - É importada. Só importamos madeiras certificadas.

[A.R] - Relativamente ao transporte das casas, como é que este é feito? E se as casas forem personalizadas?

[M.O] -É um transporte normal em camião. Como é tudo montado *in loco*, nós não precisamos de transporte especial. As peças nunca são demasiado grandes, as vigas são dimensionadas para uma dimensão máxima.

[A.R] - Como é caracterizado o sistema?

[M.O] -É um sistema de pilar-viga. Também trabalhamos com o sistema *Wood-frame* (parede estrutural), mas o modelo *standard*, o princípio da *Modular System*, é o pilar-viga, portanto em pórtico. Agora, já temos tido obras em que usamos o *wood-frame*, em parceria com outros arquitectos que sabendo do nosso *Know-how* da construção em madeira, nos procuram também para construir; é o exemplo das Pedras Salgadas. Não foi um projecto desenvolvido de raiz, cá no escritório; depois teve de ser muita coisa adaptada porque não é o típico e depois tivemos de trabalhar em conjunto com uma equipa de arquitectura para ajustar a arquitectura ao sistema construtivo, mas aí foi usado o sistema de *wood-frame*.

[A.R] - Relativamente aos revestimentos e acabamentos, apresentam uma grande paleta de escolha?

[M.O] -A paleta nunca é muito grande no sentido em que nós podemos trabalhar como se fosse uma fachada ventilada; portanto, logo aí, temos uma série de materiais possíveis. Claro que tentamos que sejam sempre materiais mais sustentáveis. Construímos muito com madeira, no entanto, já temos feito casas com capoto, com ardósia, pois, a própria pedra não pode ser muito pesada; têm que ser [utilizados] materiais que funcionem em fachadas ventiladas.

[A.R] - A nível da sustentabilidade (nas suas três dimensões), qual o projecto que mais se encaixa nesta designação? Porquê?

[M.O] - Por exemplo, o caso das Pedras Salgadas. Aquelas casas foram montadas num parque natural e não foi deitada uma única árvore abaixo. Essas casas não foram montadas no local, foram transportadas prontas, pré-prontas, pois os acabamentos foram feitos lá (mostra imagens das cas *Eco-Houses*). As tipologias

variam; pois há conjugações diferentes, os módulos iam separados, vão num camião e depois colocados no local com uma grua; processo muito cirúrgico de colocação no local. Também temos o modelo mobile que também [vai] transportado pronto em cima do camião; ele não excede as medidas máximas de um contentor. É evidente, que se pode ter mais, mas depois o transporte terá de ser transporte especial com um batedor. Para não exceder essas medidas, nós funcionamos com um modelo mobile, com essas medidas máximas.

[A.R] - Relativamente às infra-estruturas urbanas, não existia nenhuma nesse parque das Pedras Salgadas, ou já existia?

[M.O] - Provavelmente não.

[A.R] - É possível criar-se uma casa auto-sustentável?

[M.O] - Pode-se criar mas, no caso específico das Pedras Salgadas, não. No entanto, podemos fazer casa auto-suficiente, mas há sempre a questão dos custos e um cliente com essa ideia, acaba sempre por desistir, porque vêm custos acrescidos.

[A.R] - A nível de impacte no terreno, às fundações. Quais são as fundações utilizadas?

[M.O] - As fundações são muito pontuais. Nós temos uma métrica de 2,5 m/3 m e portanto só utilizamos os pilares e as sapatas nesses pontos, em betão. [Também] pode ser com estacaria de madeira, evitando o betão. Em bares de praia, em cima de madeira, utilizamos estacaria. Tem a ver com o terreno que temos.

[A.R] - Quais são as vantagens que este tipo de construção tem na habitação?

[M.O] – Diria que a primeira é a rapidez de construção. Depois, tem a ver também com o controle de custos. Nós aqui, muito facilmente, quando o projecto já está definido, conseguimos dar um custo muito fiel. Inclusivamente assumimos isso com o cliente, fazemos uma medição e damos o custo final da obra, ainda em projecto. E é esse o custo que acompanha o cliente até ao final. Se houver alguma derrapagem, isso tem de ser assumido por nós, porque foi mal medido.

[A.R] - O cliente, mesmo em termos de projecto, pode ir modificando ao longo do projecto em construção?

[M.O] – Aí, não é fácil. Porque, como temos de fazer a preparação. Isto para ser rápido tem de se preparar tudo antes e, portanto, como temos de produzir todas as peças de madeira numeradas e cada uma delas tem uma fixação própria, as furações os encaixes, está tudo naquela peça. Ora, aquela peça não pode ser alterada mais. Portanto, isso tem de ser explicado logo numa fase inicial ao cliente, porque depois não há alterações. Há alterações a nível de acabamentos, esse tipo de coisas são coisas que depois mais tarde se podem alterar, uma ou outra. Mas há sempre muitas coisas que têm de ser resolvidas logo de início. Obviamente que tudo é possível mudar, mas aí estamos outra vez a voltar ao início. Vamos perder mais tempo, vamos ter que parar com a produção, encomendar outra vez novas peças e, portanto, logo aí, lá se vai o tempo que estávamos a ganhar.

[A.R] - A nível das soluções activas, painéis solares, AQS, isso já vem no orçamento da casa?

[M.O] - No orçamento inicial não. É uma questão de trabalho comercial da empresa. Pronto, optou-se por dar um valor base que é só a construção sem essa parte, até porque na altura isso não era obrigatório e optou-se então por deixar à parte. Temos um valor base e depois alguns valores de extras, por exemplo os painéis solares. Mas, depois, temos de ver caso a caso, se as pessoas querem optar por ter ar condicionado, se querem recuperadores de calor, tudo isso depois é estudado caso a caso com o cliente, consoante a zona do país.

[A.R] - A nível de preços, quais são os valores de compra de uma casa *standard*?

[M.O] - Média de 1000 euros o metro quadrado.

[A.R] - Quais considera ser os entraves a este tipo de construção em Portugal?

[M.O] - É o desconhecimento, essencialmente. Ainda no outro dia, recebi um caso de uma pessoa que queria construir, mas era uma zona de muitos incêndios; então, achava que este tipo de casa ardia mais facilmente. Ainda há muito desconhecimento em relação a isso, as pessoas ainda acham que é uma

construção muito mais fraca e claro que a concorrência também não ajuda. Há empresas que optaram por uma construção realmente mais económica e vivenciar uma casa dessas e uma das nossas depois não tem nada a ver, portanto essencialmente tem a ver com o desconhecimento das pessoas. Claro que estas casas em relação a parte dos incêndios e assim, acabam por ser muito mais seguras do que o betão, porque o betão colapsa muito mais rápido, enquanto a madeira, a parte exterior fica carbonizada mas o interior fica intacto; portanto a estrutura não colapsa, acabando por ser mais seguro. Mas é uma madeira sempre preparada.

[A.R] - Tem algum tipo de acabamento específico ou protecção?

[M.O] - As madeiras exteriores são sempre com casquinha vermelha, que é uma madeira mais resistente para estar no exterior e depois, para dentro, casquinha branca. Claro que a vermelha também é uma madeira mais cara; portanto, é utilizada só no exterior. Temos um plano de manutenção que damos ao cliente, em que ele tem mais ou menos a periodicidade em que deve limpar as caleiras, coberturas e pinturas. Dependendo se a casa é pintada ou se tem velatura, a manutenção também é diferente, mas o cliente sabe logo o que é necessário, porque tem o guião.

[A.R] - Relativamente às paredes exteriores das casas, qual é a sua constituição?

[M.O] – Nós, por base, utilizamos uma parede interior em gesso cartonado, tem o perfil, estrutura em alumínio de 48 com lã de rocha no meio e depois temos duas placas de gesso para cada lado. Depois, claro que se de um lado tivermos quarto e banho, temos as duas de gesso de um lado e, no outro lado, em vez disso, temos uma de OSB e uma de cerâmica ou escovinhas. Em casos, como já tivemos de turismo, em que temos uma casa encostada a outra e não queremos que haja propagação de som de uma casa para a outra, fazemos uma parede dupla. Temos no fundo um montante num lado com placas na mesma a meio e que depois é separado; ou seja, nem sequer encosta, outra parede fica também separada e pronto, no fundo temos uma parede dupla desencostada uma da outra, para não haver propagação. As exteriores têm sempre painel fachada (painel sandwich); no fundo, é uma placa de madeira dos dois lados com poliestireno ou lã de rocha,

depois temos uma caixa-de-ar onde andam os pilares (nunca ficam à vista), aproveitamos também para colocar tubos de queda, tudo no interior das paredes e depois temos a tal fachada ventilada para fora. Além do painel fachada, nesta caixa-de-ar, voltamos a ter lã de rocha e depois temos a tal parede de gesso para dentro. A parede tem quase 40 cm, o pórtico é em madeira lamelada em pinho nórdico (mostra um pormenor construtivo da parede exterior).

[A.R] - Uma questão, tinha-me falado do pé-direito, qual é a medida do pé direito *standard*?

[M.O] - São 2,45 m até à parte de baixo da viga (viga à vista) e depois tem mais 30 cm, por volta disso. O gesso vem sempre até aos 2,45 m (mostra imagem de interior de uma casa), as portas igual. As portas interiores e caixilhos também. Sempre nessa linha da parte de baixo da viga, mas sempre depois lá dentro, uma vez que isto não leva tecto falso (se levar tecto falso, o tecto fica com 2,45 m, senão tem sempre mais este espaço).

[A.R] - Em quanto tempo é entregue uma casa? Desde o início do projecto até à chave-na-mão?

[M.O] - Aí depende um bocadinho da dimensão da casa. Mas em média, nós para o projecto de produção precisamos de um mês (sendo que nesse mês já pode ser começada a preparar enquanto o projecto ainda está na câmara). Porque tendo a arquitectura aprovada, já ficam as especialidades e, enquanto estão as especialidades, nós já estamos a começar a trabalhar e a preparar a obra. Portanto, eu diria que, nesse mês, quase que podemos ir fazendo enquanto não temos a licença, quando se tem a licença de construção, já temos esse projecto preparado, o material já está todo encomendado e podemos começar imediatamente a obra. Aí, a média são aí uns três meses.

[A.R] - Relativamente ao pagamento, vocês recebem no todo de uma vez? Têm financiamento?

[M.O] - Não, nós não trabalhamos com um financiamento. Sabemos que os bancos não financiam, por desconhecimento; inicialmente, ouviam falar em construções pré-fabricadas, modulares, não entendiam e para se assegurarem (porque achavam que

provavelmente as pessoas pegavam na casa e a deslocavam), havia alguma dificuldade em arranjar crédito; no entanto, aquilo que nós temos aconselhado aos nossos clientes é não falar em casas pré-fabricadas, porque esta casa não é pré-fabricada; nós usamos componentes pré-fabricados, mas não é uma casa pré-fabricada, inclusivamente ela pode ser feita com ensoleiramento em betão. Em vez das sapatas, fazemos uma laje em betão e, em vez de pilar viga, tendo a laje de betão não temos a viga de baixo e a casa fica fixa e fica o assentamento de uma casa tradicional. Temos uns chumbadouros e uns pés metálicos que prendem directamente, embebidos no betão, a madeira não entrando em contacto com este. Estes pés metálicos levantam a madeira para ela poder ventilar (mostra pormenor). A casa tem de estar sempre um bocadinho elevada. O pagamento é feito por fases, temos uma primeira fase que tem a ver com o projecto e a adjudicação e entrega do estudo prévio, entrega da arquitectura e das especialidades. Na segunda, tem a ver com a construção; se o cliente avançar com a construção, tem também uma adjudicação inicial e vários reforços mensais (mais ou menos mês a mês) e depois deixamos uns 10% para a parte final. Mas é sempre faseado.

[A.R] - A *Modular System* vende para fora da zona Norte do país?

[M.O] - Sim sim. Aliás, temos muito mais obras a sul, neste momento do que a Norte.

[A.R] - O preço aumenta com a deslocação desde a fábrica até ao local de implantação nesse caso?

[M.O] - Não, não. Isso depois é trabalhado. Por exemplo, nós neste momento temos todo a equipa lá em baixo, por isso, se for realizada uma obra aqui (Porto), não sei se não será mais complicado conciliar aqui a gestão interna. Às vezes pode compensar não começarem logo com uma obra em determinado sítio e temos de aguardar um bocadinho para poder começar. Mas aí tem a ver com o planeamento da produção e das equipas.

[A.R] - Relativamente à vossa HOBO, casa flutuante ainda está disponível para visitar?

[M.O] - Não, a legislação portuguesa não enquadra aquele tipo de habitação flutuante e, portanto, nem sequer a conseguimos comercializar. Para ser possível, a legislação teria de ser alterada; portanto, neste momento não é possível.

[A.R] - As vossas casas são todas para clientes particulares?

[M.O] - Não, temos muito turismo. O grupo Pestana, como correu bem, todos os anos temos obras para eles. Temos o Pestana *Eco-Resort* em Tróia (algumas casas não são nossas e o sistema construtivo não tem nada a ver com o nosso mas, neste momento, grande parte delas, ou quase a maioria são nossas). O projecto correu bem e eles todos os anos nos encomendam mais. (...)

A propósito das vantagens, falei dos custos, da rapidez depois, a questão dela ser elevada do solo, o que permite que em diferentes tipos de solo (planos, inclinados) este sistema se modela facilmente, porque é uma questão de modularmos os pezinhos da casa. Portanto, também há essa facilidade de serem casas muito facilmente adaptáveis ao terreno. Depois eficiência energética. As nossas casas têm uma classe energética de A ou A+, sendo que nós assumimos que pelo menos o A é garantido e, pronto, aí também se percebe os custos da casa, que têm a ver com os materiais que nós utilizamos.

[A.R] - Relativamente aos módulos, têm um módulo T0?

[M.O] – Temos. Nós, inicialmente, tínhamos alguns modelos começando no S,M,L,XL e o XS que eram os tais mais pequeninos (mostra os modelos), que são só *suite* com quarto de banho. Depois, isto varia entre o XS e o XS+ que eram os mais profundos. Nós temos também a limitação do pórtico, para não colocarmos pilar a meio, o vão máximo são 6 m. Sim, são módulos de 6 m por 2,5 m ou 3 m, dependendo do programa. Depois, nós percebermos qual é que se ajusta mais. Temos essa limitação dos 6, nós aqui (mostra módulos) nem nunca chegávamos aos 6, mas lá está, nós temos isto, serve de base quando o cliente de repente quer uma casa “para ontem” e quer saber custos, porque no início as pessoas querem é saber o preço. E nós temos fichas preparadas para dar preços. Para uma casa de

60 m², com um quarto, temos um preço já montado. E isto muitas vezes serve de base, porque depois nós nunca construímos nenhuma casa igual. Temos as mobile que são sempre as mesmas, no entanto, temos uma tipologia que tem uma orientação diferente, que tem uma janela de topo e é mais aberta de um lado; depois a outra é mais fechada e não tem essa janela, enfim mas não varia muito. Aqui (nas casa modelo XS, S, M, L e XL), é possível; temos esta base, depois o cliente pode querer um espaço exterior, no entanto, não estão contemplados no início, mas depois podemos ter. Podemos também ter a necessidade de colocar janelas para outro lado, podemos ter necessidade de fazer uma casa que não seja toda rectangular, que seja mais desencontrada. Depois isso pode se trabalhar.

(...)

Claro que podemos ter dois módulos ligados entre si, podemos crescer com a casa. Inicialmente, ter uma casa e depois aumentar com outro módulo.

[A.R] - A casa pode evoluir verticalmente?

[M.O] - Não, porque a estrutura tem que ser dimensionada para ter os dois pisos. Nós podemos de base prever que futuramente poderá ter os dois pisos, mas já vamos dimensionar a estrutura de forma a poder suportar os dois pisos. Senão não, quando ela está dimensionada para ser térrea o pilar tem x por x e sem o cliente quer dois pisos já a dimensão tem de ser outra e isso tem de ser preparado antes. É isso, e a nível de infra-estruturas. É evidente que nós podemos aumentar, mas convém termos a noção no início para deixarmos as infra-estruturas pré-preparadas para futuramente receber aqui (mostra modelos) quarto de banho nesta zona, tentar perceber onde vão andar as caixas para ser mais fácil futuramente crescer com a casa. (...)

Enquanto na construção tradicional há grandes perdas de energia, aqui não. A madeira é um bom isolamento e trabalha muito bem a temperatura, por exemplo no Inverno, depois de a casa estar quente, mantém a temperatura constante (...) Realmente, elas são muito eficientes porque lá está: conseguem arrefecer um bocadinho ou até ligar o ar condicionado que é mais rápido e depois lá mantém aquela temperatura constante e não há perdas. É muito confortável, os caixilhos

também são em madeira com vidro duplo, não há alumínio. Portanto, são casas muito confortáveis.

(...) Claro que depois, como temos uma componente muito grande de grupos turísticos, as pessoas também já vão conhecendo, porque vão para lá, passam o fim-de-semana e depois a ligar e a querer um orçamento porque já estiveram lá; já vivenciaram a casa, já perceberam como é que funciona e, pronto, a opinião depois muda um bocado.

B-Entrevista com Marta Rondão, Arquitecta criadora (juntamente com o seu parceiro Mário Sousa) da empresa MIMA *HOUSING*.

Ana Rodrigues -Como é que surgiu a ideia da criação desta empresa aqui em Viana do Castelo?

Marta Rondão - Acho que o sítio, Viana do Castelo, não teve importância nenhuma. Eu e o Mário estávamos na Suíça na altura em que criámos a empresa, estávamos ainda na faculdade, eramos ainda estudantes. Foi uma coisa assim um bocadinho *naïve*, mas basicamente nós percebemos que a forma de fazer arquitectura, que estava a ser feita até àquela altura, não era muito prática, nem muito acessível, nem muito imediata. Uma pessoa normal que pretendesse construir uma casa, tinha toda uma imagem de dificuldade e de uma coisa inalcançável, que estava associada à ideia de projecto e de arquitectura. Sobretudo para pessoas mais novas com menos dinheiro, menos informação. Para pessoas estrangeiras que quisessem construir em Portugal era “um filme”, um bicho-de-sete-cabeças e assustava toda a gente. Portanto, a primeira ideia foi tentar perceber de que forma nós podíamos simplificar os processos, tanto ao nível da concepção, como ao nível da construção; pronto, tentar ter as duas coisas sempre associadas e criar uma fórmula, um método de se fazer arquitectura que fosse mais rápido, mais simples e mais acessível. E, pronto, começámos a trabalhar isso nessa altura. Primeiro, com aquela casinha mais pequena. Nós achávamos que os módulos iam ser muito mais pequenos, iam ser muito mais *low cost*, éramos um bocadinho *naïves*, acreditávamos que ia ser possível fazer boa arquitectura, com bons materiais a um preço reduzido, e não. Por muito que nós quiséssemos, os materiais têm um custo, mas percebemos que de certa forma, mesmo que o custo não fosse muito mais baixo que o da construção

tradicional, conseguíamos ter algumas vantagens em relação à construção tradicional e basicamente foi isso. E em vez das casinhas pequenas, neste momento, estamos a fazer casas muito maiores 350 m², algumas 400 m². Portanto, estamos a fazer casas muito grandes.

[A.R] - Mas continuam com a mesma malha inicial?

[M.R] - Sim, sim com a grelha. Inicialmente era 1,50 m por 1,50 m. Neste momento, é 1,60 m por 1,60 m. Teve uma pequena optimização, teve a ver com as espessuras das paredes, também as espessuras dos armários, da profundidade dos armários. Foi uma pequena afinação, que eu acho que resultou melhor. Mas portanto o conceito, a base inicial que foi pensada em 2010, acho eu, continua exactamente o mesmo.

[A.R] - Porquê a construção em madeira?

[M.R] - Não, nós não somos apologistas da madeira em particular, simplesmente é um método construtivo que nos permite ser mais rápidos. Basicamente, é isso. Claro que há todas as questões ecológicas, etc. Mas, nós também temos vários projectos neste momento que são exactamente iguais, mas que são construídos em betão ou mesmo em alvenaria (não é alvenaria de tijolo, mas em bloco de betão). No entanto, esses projectos demoram mais tempo a ser produzidos, há clientes que preferem, pois são um bocadinho cépticos em relação à madeira e acham que, depois ao venderem a casa, que esta vai ter menos valor, aquelas questões... Nós também não somos uns defensores da madeira, nós somos arquitectos e queremos fazer boa arquitectura.

[A.R] - Esta questão aqui já foi um bocadinho respondida acima, relativamente à dimensão dos módulos e a grelha, o que me pode dizer?

[M.R] – Sim, é aquilo que te tinha explicado. A questão do 1,60 m tem a ver por exemplo (faz desenho explicativo): quando nós temos um armário de 60 cm, temos um metro livre para o corredor, depois conseguimos fazer as paredes e, depois quando temos portas, conseguimos também encaixar aqui no metro livre. Portanto, é uma questão... e depois tem a ver também com a multiplicação dos espaços. Por exemplo, 3,20 m por 3,20 m dá-nos um quarto com dimensões não muito

generosas, mas as dimensões mínimas aceitáveis. A largura, por exemplo 1,60 (aponta para a casa de banho da casa) é a largura desta casa de banho e nós conseguimos fazê-la mais profunda ou menos profunda, mas conseguimos ter sempre casas de banho razoáveis. O tamanho da base de chuveiro (1,50 m/1,60 m tamanho ideal) tem uma métrica que funciona bem em quase todos os espaços. E conseguimos ter também um controlo sobre a qualidade dos espaços e as proporções que não teríamos se não utilizássemos esta grelha para projectar.

[A.R] - Relativamente ao transporte das casas, como é que este é feito?

[M.R] - Por camiões, mas as casas vão as peças. Apesar de uma parte da construção em madeira poder ser feita em fábrica, a casa é sempre montada no local. A menos que seja, por exemplo uma *MIMA Light* e que as dimensões sejam 3 por 6 m ou 9 m ou 12, no máximo. Aí, podemos transportar em camião as casas completas, mas todas as outras casas são transportadas por componentes e são montadas no local. O trabalho é maioritariamente *in loco*.

[A.R] - Mesmo a MIMA Light pode ser personalizável?

[M.R] - É personalizável. À partida não deveria ser, porque era um produto diferente e deveria ser um produto fechado, em que não houvesse muitas possibilidades de customização mas, na verdade, os clientes querem sempre coisas diferentes. A nível do revestimento exterior, os módulos, temos 3 opções: temos um mais curto, temos um mais longo e outro ainda mais longo; portanto, varia muito de cliente para cliente. Há sempre alguma customização.

[A.R] - O facto de as paredes interiores da casa serem amovíveis não prejudica a acústica da mesma? Porquê a flexibilidade e a adaptabilidade acima do conforto acústico?

[M.R] - As paredes amovíveis foram só uma ideia, uma experimentação conceptual que foi feita no primeiro módulo. Depois, os clientes querem as paredes fixas e sólidas e mesmo nós, se estivéssemos a construir para nós, certamente que não iríamos querer paredes amovíveis.

[A.R.] - Mas a vossa ideia era mesmo a adaptabilidade, quando tiveram essa ideia?

[M.R.] - Sim, inicialmente, sim. Mas, acho que não faz muito sentido.

[A.R.] - A nível da sustentabilidade (nas suas três dimensões: social, ambiental e económica), qual o projecto que mais se encaixa nesta designação? Porquê?

[M.R.] – Talvez..., a Mima *Mass*, por questões térmicas porque tem o melhor isolamento térmico. Portanto, nós por “sustentabilidade” não entendemos o maior número de painéis solares ou o número de artilharia que adicionámos às casas, mas o facto de tentarmos trabalhar com a exposição solar e tentarmos trabalhar com os ganhos energéticos e com as perdas energéticas. Tentamos desenhar as palas no sentido de ter a exposição solar desejável no Inverno, para aquecer a casa, e a protecção desejável para o Verão. Aquele meio-termo que nós temos de encontrar. Usamos vidros com protecção solar, estores, portanto, tentamos trabalhar mais nesse sentido e a MIMA *Mass* tem uma eficácia térmica superior porque, além do isolamento de lã de rocha que ela tem dentro dos painéis com a estrutura de madeira, ainda tem um XPS, mais uma camada de isolamento exterior, tem um isolamento adicional. Acho que das quatro (MIMA *House*, MIMA *Light*, MIMA *Essential* e MIMA *Mass*) sim, a MIMA *Mass* é a que mais se encaixa nessa designação.

[A.R.] - É possível a evolução da casa MIMA, através do crescimento vertical ou horizontal?

[M.R.] - É possível, mas é como fazer isso noutra casa qualquer. Não faz muito sentido. Acho que não é esse o nosso princípio, nem nós vendemos isso aos clientes quando começamos a construir. Agora se o conceito base do projecto base for esse, claro que sim. Por exemplo, nós agora estamos a construir umas casas na Comporta (desenha), em que temos uma sala e aqui um quarto e se o cliente quiser pode construir outro quarto, mas isto é exterior. Ele, para andar para o quarto anda no espaço exterior. E, nesta lógica, é um bocadinho diferente, um bocadinho especial também. Mas, não vamos deitar esta parede abaixo para agora colar aqui qualquer coisa. Seria possível, mas seria complexo e custoso.

[A.R] - A nível do impacte no local de edificação, como são feitas as fundações?

[M.R] - Depende do tamanho das casas e depende dos terrenos. Já fizemos casas, como por exemplo a *Essential*, com estacaria de madeira, mas está ali no limite. O tamanho da casa já pedia umas fundações um bocadinho mais estáveis em betão mas, como a ideia potencialmente é aquela casa sair do terreno e ele ter de ficar exactamente como estava, justificou-se nesse caso. Agora, em casas maiores, fazemos quase sempre a fundação em betão, porque os nossos engenheiros nem sequer nos deixariam de outra maneira. Tem mesmo a ver com estabilidade. No entanto, se for uma casa pequenina sei lá, com dois módulos, se quiséssemos fazer estacaria em madeira não haveria problema nenhum. Mas, depende dos terrenos. Por exemplo, agora estamos a fazer um projecto para Portimão e íamos fazer com estacaria em madeira e chegámos ao terreno e percebemos que o terreno tinha imensa água e que a estabilidade estava comprometida e então ainda estamos a ver uma solução alternativa, mas acho que a estacaria vai ser delicada ali, porque há o risco de a casa não ficar estável o suficiente.

[A.R] - Quais as vantagens deste tipo de construção na habitação?

[M.R] - Eu acho que a primeira vantagem que os clientes vêem no facto de nos abordarem é que nós não fazemos só o projecto. Nós tratamos do projecto até ao momento em que a casa lhe é entregue. Portanto, o cliente tem algum tipo de segurança e de conforto em não ter de ser ele a andar à procura de empreiteiros e de ter de ser ele a gerir todas as questões burocráticas ligadas a câmaras, etc. E, depois, esta grelha permite-nos fazer um projecto muito mais rapidamente do que se calhar qualquer outro escritório de arquitectura. Porque uma casa com três módulos (desenha a configuração interior da casa) é mais ou menos criada de uma forma rápida e nós temos a certeza de que as coisas funcionam bem. E depois, quando passamos este projecto para orçamentação, conseguimos ter um orçamento em 20 minutos, o que é uma coisa impensável na arquitectura tradicional. E temos o orçamento e temos o projecto, passamos para a fábrica e eles, em duas semanas, conseguem ter a preparação da casa feita. Portanto, isto num processo de arquitectura tradicional seria impensável. Por isso, eu acho é que sobretudo uma questão de optimização de processos, de tudo ser mais claro e simples e sobretudo

uma optimização a nível dos tempos de concepção e de construção. O licenciamento acaba por ser igual porque acho que as câmaras demoram o mesmo tempo e é sempre um bocadinho difícil de prever, mas sim, acho que as vantagens principais são estas.

[A.R] - A nível de preços, quais são os valores que rondam a compra de uma casa *standard*?

[M.R] - Nós temos os catálogos de preços mas, à partida, nunca será menos de 1000 euros m², só a casa. Portanto, não é uma construção barata, nem nós vendemos como sendo construção barata, mas garantimos que tem qualidade e que vai ser feita de uma forma rápida e eficiente.

[A.R] - É a própria MIMA *Housing* que faz a manutenção?

[M.R] - Sim, nós somos obrigados, enquanto construtores a dar uma garantia de construção de cinco anos, aquela que se aplica a todos os empreiteiros e empresas de construção por lei. Depois, quando há madeiras expostas, quando as casas exigem um bocadinho mais de manutenção, o que fazemos é estabelecer com o cliente um plano de manutenção e que, de x em x anos, vamos lá pintar novamente a madeira, tratar... Depende muito caso a caso. Capoto, se calhar exige muito menos manutenção do que madeira exposta. Mas, são duas coisas diferentes: o plano de manutenção é pago pelo cliente porque ele sabe que nesta casa, ou em qualquer outra casa que comprasse, que tem de ser pintada de x em x tempo. A manutenção existe para qualquer casa, mas a garantia aplica-se a problemas de construção. Por exemplo, se chover dentro da casa, temos de ser nós a responder e a ir lá detectar o problema, mas se for uma questão de desgaste natural dos elementos, por exemplo (mostra o *deck* exterior da casa onde nos encontramos) o *deck*, foi colocado há uns meses e já está a ficar cinzento, mas nós sabíamos que ele ia ficar cinzento. Um cliente que não queira ver o deck cinzento e que quer que ele mantenha sempre a cor castanha original tem que lhe dar algum tipo de manutenção de x em x tempo, mas somos nós que a vamos fazer.

[A.R] - Em quanto tempo é entregue uma casa?

[M.R] - Isso varia muito. Varia de acordo com o sítio, com o cliente, com o processo do projecto e com as câmaras. A câmara tem os “*timings*” mais incertos, há câmaras que são mais rápidas do que outras. E depois também tem a ver com a complexidade do projecto, com o tamanho da casa e com o número de projectos que temos em produção. Acho que é sempre 6 a 9 meses no mínimo, entre o início do projecto e a entrega de chaves na mão.

[A.R] - As casas exportadas para outras partes do país têm custos acrescidos de deslocação?

[M.R] - Para os clientes não, para nós tem. As que são mais perto compensam as que são mais longe, em termos de despesas. Nós decidimos não fazer isso, porque os clientes ficavam muito assustados quando nós dizíamos “ainda tem transporte”, porque sabiam quanto era o custo do transporte e não é completamente irrisório, mas também não é uma coisa para alterar assim tanto; portanto, nós decidimos assumir e nem sequer fazer com que o cliente se chateie com isso.

[A.R] - A empresa MIMA é capaz de criar uma casa auto-sustentável?

[M.R] - Nunca fiz emos, mas é possível. Faz-se um furo para ter água, colocam-se painéis solares para a electricidade e uma fossa séptica. O cliente teria apenas de pagar os custos que isso acartava. Não é nada de assim tão impossível ou tão absurdo; com um furo encontra-se sempre água, as fossas sépticas também funcionam, a questão da electricidade (potencialmente é preciso um número de painéis solares maiores ou usar tubos de vácuo em vez de painéis solares). Nós nunca fizemos nenhuma que fosse completamente autónoma e independente das redes, normalmente os clientes querem ter ligação à rede. Mas acho que seria completamente possível, sim.

[A.R] - Quais considera ser os entraves a este tipo de construção em Portugal?

[M.R] - Nós não podemos dizer que há entraves, porque nós recebemos dez *email's* de novos clientes por dia ou temos cinquenta e tal projectos em produção. Já

estamos a dizer que não a novos projectos, portanto acho que não vemos entrave absolutamente nenhum, pelo contrário.

[A.R] - Na questão das pessoas das casas em madeira e dos incêndios e o pensamento de que ela arde rapidamente e depois as pessoas ficam sem casas. O que me tem a dizer?

[M.R] - Isso é uma falsa questão, porque a estrutura em madeira de uma casa não arde de um dia para o outro, a madeira demora muito tempo a arder. Enquanto uma casa com estrutura metálica, com um incêndio, ela cai de imediato, a estrutura funde-se. No caso da estrutura em madeira, ela resiste verticalmente, mesmo que um pilar fique a arder durante muito tempo, ele resiste, a casa mantém-se de pé.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [a] INE (2017). *Estatísticas da Construção e habitação 2017*. Lisboa: INE (Consultado a: 1/10/2018) Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=320460729&PUBLICACOESmodo=2
- [b] INE (2012). *Censos - Resultados definitivos. Portugal - 2011*. Lisboa: INE (Consultado a: 27/04/2018) Disponível em: http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_publicacao_de_t&contexto=pu&PUBLICACOESpub_boui=73212469&PUBLICACOESmodo=2&selTab=tab1&pcensos=61969554
- [c] EuroStat: <http://ec.europa.eu/eurostat> (Consultado a 29/05/2018)
- [d] INE (2017). *Estatísticas do Ambiente 2016*. Lisboa: INE (Consultado a: 27/04/2018) Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=277089809&PUBLICACOESmodo=2
- [e] REN (2018). *REN Dados Técnicos Electricidade Gás Natural 2017*. Lisboa (Consultado a: 27/05/2018) Disponível em: <http://www.centrodeinformacao.ren.pt/PT/InformacaoTecnica/Paginas/DadosTecnico.s.aspx>
- [f] NUNES, Lina .*Bases para a monitorização do risco de degradação na construção de casas de madeira*. IN: SEMINÁRIO CASAS DE MADEIRA, 2013, Lisboa.
- [g] ANINK, David ; MAK, John ; BOONSTRA, Chiel . *Handbook of sustainable building: An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment*. Nova Iorque. Earthscan Publications Ltd. 1998
- [h] <http://www.dgeg.gov.pt/>- Política Energética -Planos Nacionais para o Sector Energético
- [i] SHAPIRO, Ian M.; CHING, Francis D. K. *Arquitectura Ecológica. Un Manual Ilustrado*. Ed.1. Gustavo Gili. 2015
- [j] REN: https://www.ren.pt/pt-ergia_eletrica_sobe_97_em_marco/ (Consultado a 27/04/2018 às 12.44)
- [l] Dados Estatísticos: <https://www.pordata.pt>
- [m] <http://www.ersar.pt> (Consultado a 10/03/2018)
- [n] <https://www.clubofrome.org/about-us/history/> (Consultado a 10/03/2018)

[o] <https://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues> (Consultado a 10/03/2018)

[p] <https://www.unric.org/pt/objectivos-de-desenvolvimento-do-milenio-actualidade> (Consultado a 15/03/2018)

[q] https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/economic-and-fiscal-policy-coordination/eu-economic-governance-monitoring-prevention-correction/european-semester/framework/europe-2020-strategy_pt (Consultado a 15/03/2018)

[r] <http://www.consilium.europa.eu/pt/policies/climate-change/timeline/> (Consultado a 15/03/2018)

[s] https://www.unric.org/pt/images/stories/2016/ods_2edicao_web_pages.pdf (Consultado a 18/03/2018)

[t] <https://nacoesunidas.org/onu-divulga-versao-em-portugues-do-documento-final-da-conferencia-oceanos/> (Consultado a 18/03/2018)

[u] <http://web.unep.org/environmentassembly/assembly> (consultado a 18/03/2018)

[v] <https://nacoesunidas.org/onu-meio-ambiente-lista-seis-questoes-ambientais-para-ficar-de-olho-em-2018/> (Consultado a 20/03/2018)

[x] GREVEN, Hélio Adão; BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. Coleção Habitar- *Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: Uma abordagem atualizada*. Vol.9.ANTAC. Porto Alegre.2007

12. BIBLIOGRAFIA GERAL

AMADO, Miguel P.; PINTO, Alberto, ALCAFACHE, Ana Maria; RAMALHETE, Inês. *Construção Sustentável: Conceito e Prática*. Caleidoscópio. 2015.

BERGDOLL, Barry ; CHRISTENSEN, Peter Hewitt. *Home delivery: Fabricating the modern dwelling*. Nova Iorque, The Museum of Modern Art. 2008.

COLIN, Davies. *The Prefabricated Home*. Ed.1. Reaktion Books. 2005

DOMINGOS, João Paulo Gomes, 2013. *Um sistema de arquitectura modular: Proposta em madeira para o mercado português*. Lisboa: Faculdade de Arquitectura e urbanismo Técnica de Lisboa. Dissertação/Projecto de Mestrado em Arquitectura.

FERNANDES, Miguel Taquenho de Matos, 2016. *Comparação de Modelos de Sustentabilidade Arquitectónicos: Análise de soluções para as "Casas em Melides"*. Lisboa: IST. Dissertação de Mestrado em Arquitectura.

GENERALAOVA, Elena M.; GENERALOV, Viktor P.; KUZNETSOVA, Anna A.(2016). Modular building in modern construction. XXV Polish-Russian-Slovak Seminar "Theoretical Foundation of civil Engineering", 153, 167-172. doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.098

GREVEN, Hélio Adão; BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. Coleção Habitar-Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: Uma abordagem atualizada. Vol.9. ANTAC. Porto Alegre. 2007

KAMALI, Mohammad; HEWAGE, Kasun.(2016) Development of performance criteria for sustainability evaluation of modular versus conventional construction methods. *Journal of Cleaner Production*, 142(4), 3592-3606. [/doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.108](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.108)

KAMALI, Mohammad; HEWAGE, Kasun.(2016). Life cycle performance of modular buildings: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1171-1183. doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.031

KIBERT, C. *Establishing principles and model for sustainable construction, in Proceedings of the First International Conference of CIB TG16*. Tampa. EUA. 1994

KRONENBURG, Robert. *Architecture in Motion: The History and Development of Portable Building*. Ed.1. Routledge. 2013.

LAWSON, Mark; ODGEN, Ray; GOODIER, Chris. *Design of Modular Construction*. Nova Iorque. CRC Press: Taylor and Francis Group. 2015

LAWSON, R.M; ODGEN, R.G.(2010) . Sustainability and Process Benefits of Modular Construction. *Proceedings of the 18th CIB World Building Congress May 2010 Salford, UK*. 38-51. Disponível em : <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB18783.pdf>

LAWSON, R.M.(2007) . Building Design Using Modules. *New Steel Construction*. Disponível em: https://www.steelconstruction.info/File:SCI_P348.pdf

LEHMANN, Steffen.(2012). Low carbon construction systems using prefabricated engineered solid wood panels for urban infill to significantly reduce greenhouse gas emissions. *Sustainable Cities and Society*, 6, 57-67. doi.org/10.1016/j.scs.2012.08.004

LEWIS, J. Owen; BROPH, Vivienne. *A Green Vitruvius: Principles and Practice of Sustainable Architectural Design*. Taylor & Francis Ltd. 2011.

Lidera sistema voluntário para a sustentabilidade dos ambientes construídos. Apresentação sumária versão 2.00c. Lisboa, 2011.

LOPEZ, Diana; FROESE, Thomas M. (2016).Analysis of costs and benefits of panelized and modular prefabricated homes. *International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction*, 145, 1291-1297. doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.166

MORENO, Silvero H; HERNÁNDEZ, David D. (2010). MANEJO SUSTENTABLE DEL SITIO EN PROYECTOS DE ARQUITECTURA: CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO. *Quivera* 2010,12(1). 38-51. Disponível em : <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=401132020004>

OLIVEIRA, Lara Constantino, 2017. *A habitação modular: Casas de madeira no Portugal contemporâneo*. Lisboa: Universidade Lusíada de Lisboa. Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitectura.

PEREIRA, Hélder; SOUSA, André. Casas Modulares. *Jornal de Notícias e Diário de Notícias*, 29 Abril 2015.Zoom, p1-16.

RAES Pinto. A. *Materials for Sustainable Construction*. (2015).(disponível em: https://www.academia.edu/34697208/MATERIALS_FOR_SUSTAINABLE_CONSTRUCTION)

RAGHEB Amany; EL_SHIMY Hisham; RAGHEB Ghana.(2015). GREEN ARCHITECTURE: A CONCEPT OF SUSTAINABILITY. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216, 778-787. doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.075

ROAF, Sue; FUENTES, Manuel; THOMAS, Stephanie. *Ecohouse: A design guide*. Ed.1. Oxford. Architectural Press. 2001.

SHAPIRO, Ian M. ; CHING, Francis D. K. *Arquitectura Ecológica. Un Manual Ilustrado* . Ed.1.Gustavo Gili.2015

WEBGRAFIA:

A Casa *Lustron*- Casas Modernas Pré-fabricadas:
<http://www.aiacc.org/2018/02/11/lustron-home-fascination-prefabricated-modern-house/> (Consultado dia 15/05/2018 às 15.00)

Catálogo Casas *Aladdin*:
https://www.cmich.edu/library/clarke/ResearchResources/Michigan_Material_Local/Bay_City_Aladdin_Co/Catalogs/Pages/default.aspx (Consultado dia 15/05/2018 às 15.30)

CEM: <http://www.casasemmovimento.com/#concept/1> (Consultado a 23/05/2018 às 21.00)

Compostagem Doméstica:
http://www.geota.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/docs/articleFile140.pdf (Consultado dia 3/10/2018 às 10.00)

Ecoliv: <https://ecoliv.com.au/projects/single-storey> (Consultado a 24/05/2018 às 22.20)

EcoLiv: French Island: <https://www.youtube.com/watch?v=20VnWR-cfSA> (Consultado dia 24/05/2018 às 22.30)

Ecomo: www.ecomohome.com (Consultado dia 27/05/2018 às 14.00)

Ecomo: <https://archello.com/project/ecomohome> (Consultado dia 27/05/2018 às 14.00)

Ecomo: <https://inhabitat.com/ecomohomes-modular-prefab-compact-solar-powered-homes/> (Consultado dia 27/05/2018 às 14.00)

Efeitos do Vento: <http://arq.ap1.com.br/conforto-termico-parte-5/> (Consultado dia 20/09/2018 às 11.30)

Estratégias de poupança de água potável: Programa Nacional para o uso Eficiente da água disponível em: www.apambiente.pt/ (Consultado dia 20/09/2018 às 15.30)

Estratégias de iluminação natural dos espaços interiores:
http://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aut0213/Arquivos_Anteriores/5_Cecace_2006_Iluminacao_Lateral_Estrategias_de_Projeto.pdf (Consultado dia 22/09/2018 às 11.00)

Goodmood: www.goodmood.com.pt/bungalows/ (Consultado dia 24/05/2018 às 10.00)

Informações sobre clima Caparica:

<https://pt.weatherspark.com/y/32027/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Costa-de-Caparica-Portugal-durante-o-ano> (Consultado dia 1/10/2018 às 11.00)

<https://www.tempo.pt/costa-da-caparica-sactual.htm> 8 (Consultado dia 1/10/2018 às 11.30)

JGDS: <http://www.jgds-epa.com/> (Consultado dia 24/05/2018 às 10.00)

JGDS: <http://www.3harquitectos.com/casas-modulares> (Consultado dia 24/05/2018 às 10.00)

JGDS: *Emobhomes Nature Home: construções móveis, ecológicas, modulares e sustentáveis*. Disponível em: <http://jgds-epa.com/>

MIMA HOUSING: <http://www.mimahousing.com/mima-house/#> (Consultado em 20/05/2018 às 10.00)

Modern Houses: <https://caro-interiors.com/2011/07/25/the-ultimate-diy-house/> (Consultado dia 15/05/2018 às 15.30)

ModularSystem: <http://www.modular-system.com/pt/> (Consultado dia 24/05/2018 às 9.30)

Modular System: Revista de materiais de Construção 132 (Julho, Agosto 2007)

MOKIDO: <http://modiko.pt/> (Consultado 24/05/2018 às 14.30)

NOEM: <http://www.noem.com/> (Consultado dia 27/05/2018 às 10.30)

Treehouse JULAR: <http://www.treehouse.pt/> (Consultado dia 24/05/2018 às 12.40)

Sistemas de AQS: <https://www.enat.pt> (Consultado dia 30/ 09/2018 às 14.30)

13.ANEXOS

Objectivos do Milénio: (<https://www.unric.org/pt/17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>)

- 1.A erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões.
- 2.Erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável
3. Assegurar a vida saudável e promover o bem-estar de todos
- 4.Assegurar a educação de qualidade e inclusiva promovendo oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos
5. Alcançar a igualdade de género e o empoderamento das mulheres e raparigas
- 6.Assegurar o saneamento e o acesso à água para todos
- 7.Garantir o acesso a preço acessível, confiável, sustentável, moderno à energia para todos
- 8.Promover o crescimento económico inclusivo e sustentável, emprego e trabalho decente para todos
- 9.Construir infra-estruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação
- 10.Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles
- 11.Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis
- 12.Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis,
- 13.Tomar medidas urgentes, para combater a mudança climática e seus impactos
- 14.Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos
- 15.Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade
- 16.Promover sociedades pacíficas e inclusivas, proporcionar o acesso à justiça para todos
- 17.Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável

JULAR- *TREEHOUSE*: (<https://www.jular.pt/produtos/casas-pre-fabricadas/casas-modulares-treehouse>)

Plantas



Treehouse T1B - 6 módulos



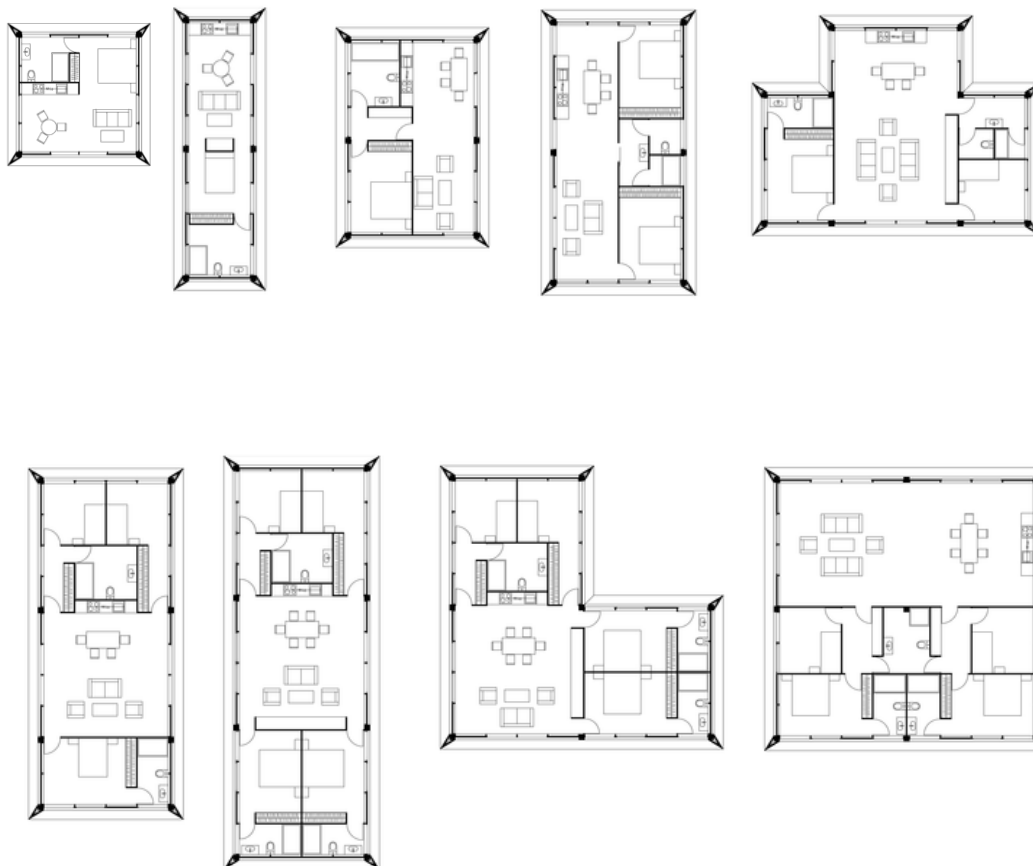
Treehouse T2C - 8 módulos



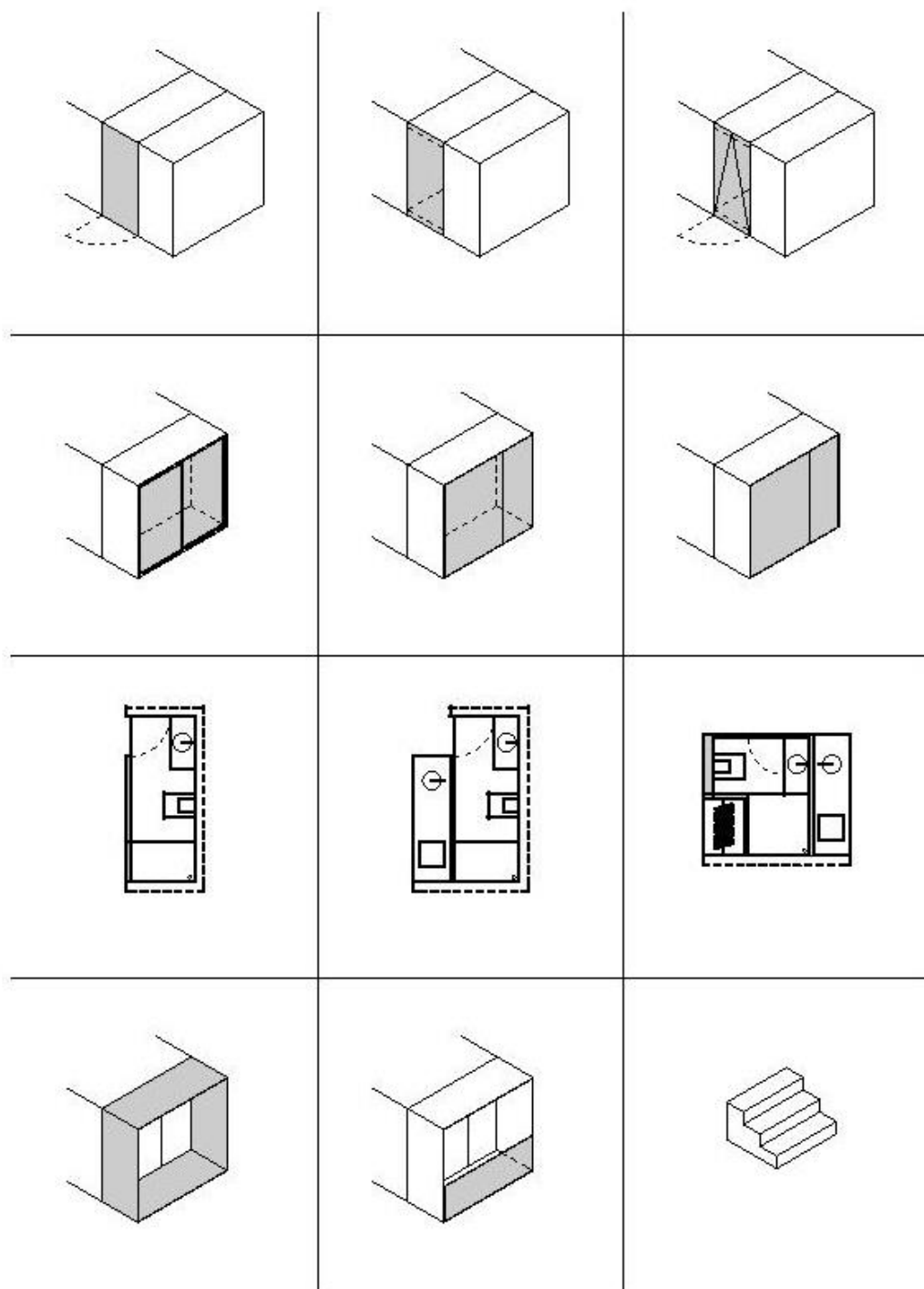
Treehouse T3D - 10 módulos

MIMA *HOUSE*: (<http://www.mimahousing.com/mima-house/>)

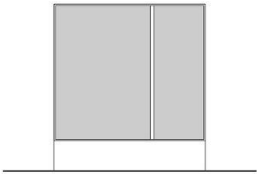
Tipologias:



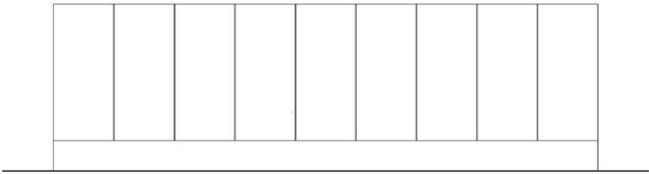
MIMA *Light* : (<https://www.archdaily.com.br>)



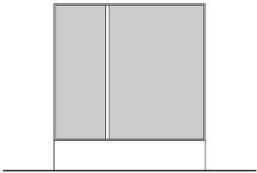
-Possíveis opções de customização à casa MIMA.



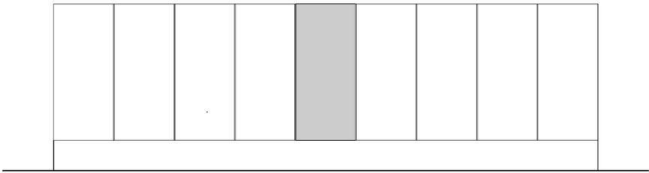
Alçado Norte



Alçado Este



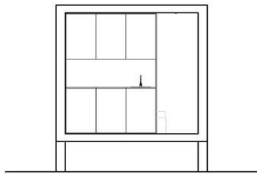
Alçado Sul



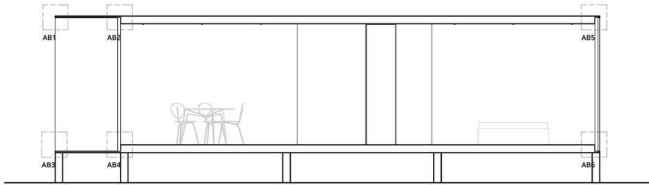
Alçado Oeste



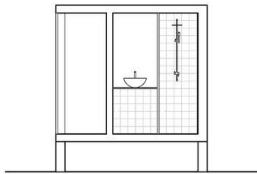
Alçados MIMA *Light*



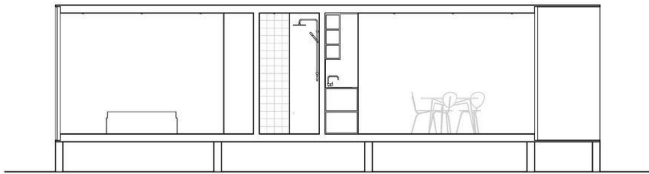
A



B



C

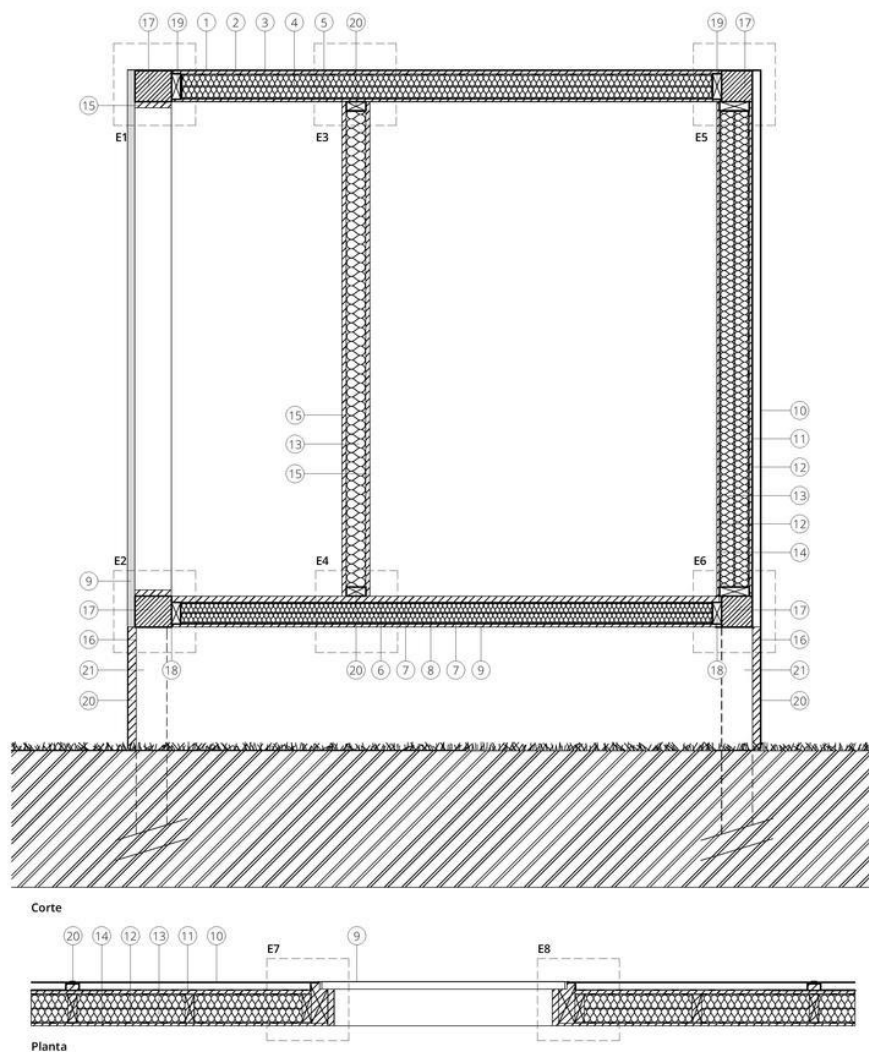


D



Cortes MIMA *Light*

Corte Construtivo MIMA *Light*



Cobertura

1. Tela PVC.
2. OSB 3.
3. Barreira pára-vapor.
4. Lã de rocha
5. 12 mm Madeira de pinho em painel tricapa.

Piso

6. 30 mm Madeira de pinho em painel tricapa.
7. Barreira pára-vapor.
8. Lã de rocha.
9. OSB 3.

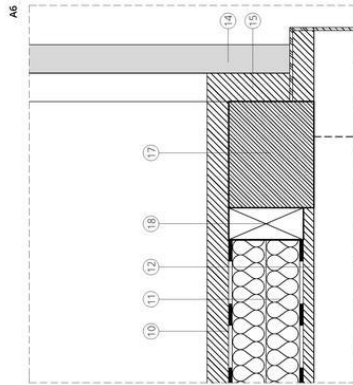
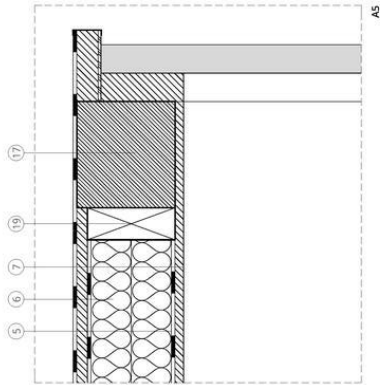
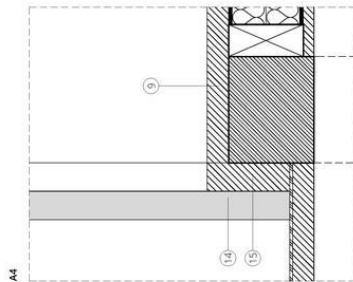
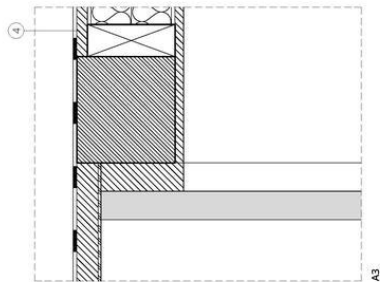
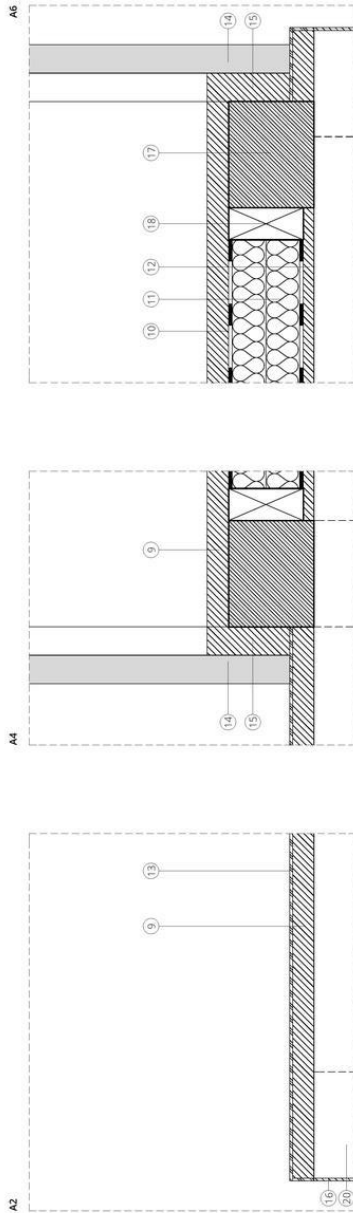
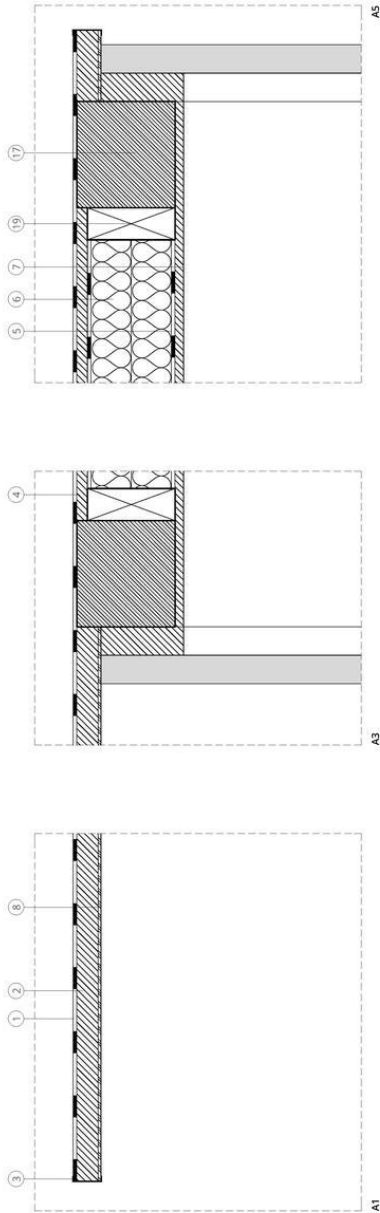
Vãos e Paredes

9. Vidro laminado escurecido.
10. 4mm Painel composto de alumínio STACBOND.
11. OSB 3.
12. Barreira pára-vapor.
13. Lã de rocha.
14. 12 mm Madeira de pinho em painel tricapa.
15. Painel contraplacado, com lacagem à cor bronze metálico.
16. Espelho.

Estrutura

17. Viga em Abeto lamelado - GL24h.
18. Viga em Pinho Silvestre tratado - C18 - Subestrutura de pavimento.
19. Viga em Pinho Silvestre tratado - C18 - Subestrutura de cobertura.
20. Montante em madeira.
21. Fundação em estacaria de Pinho Silvestre.

Pormenores Construtivos MIMA *Light*



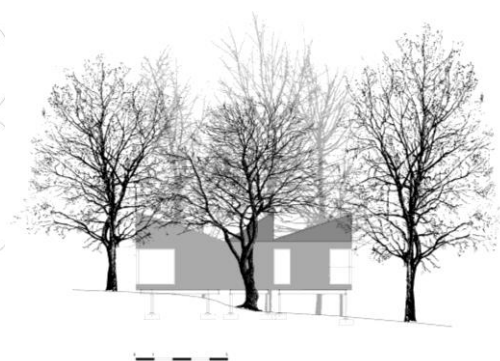
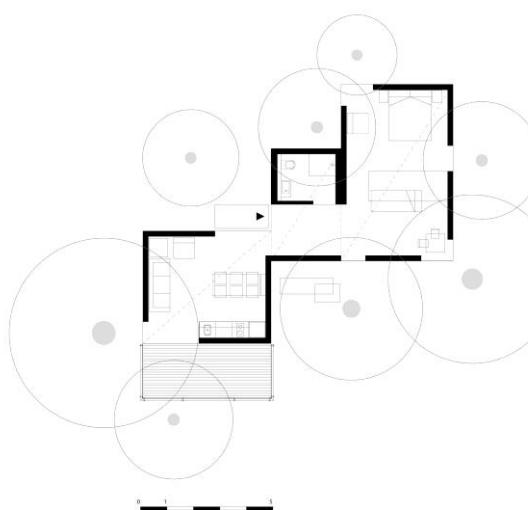
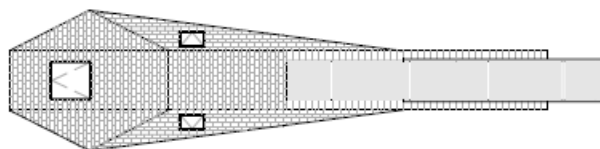
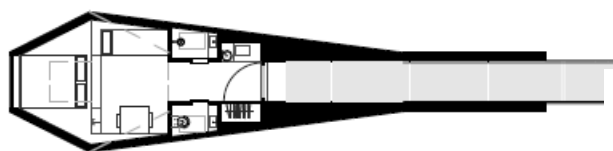
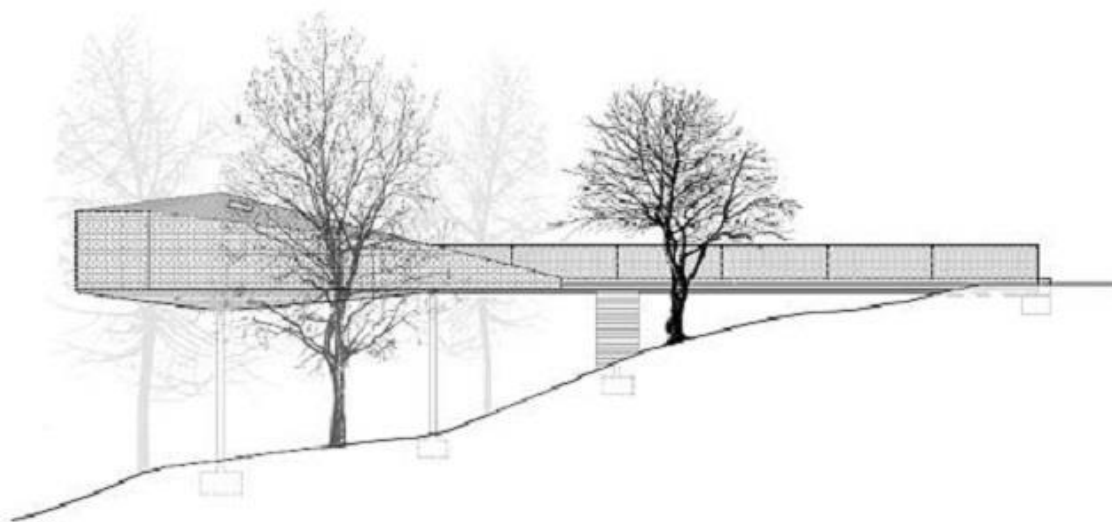
- Estrutura**
- 17. Viga em Alato lamelado - GL24h.
 - 18. Viga em Pinho Silvestre tratado - C18 - Subestrutura de pavimento.
 - 19. Viga em Pinho Silvestre tratado - C18 - Subestrutura de cobertura.
 - 20. Fundação em escarria de Pinho Silvestre.

- Vãos**
- 14. Vidro laminado escurecido.
 - 15. Casilho em madeira de pinho.
 - 16. Espelho.

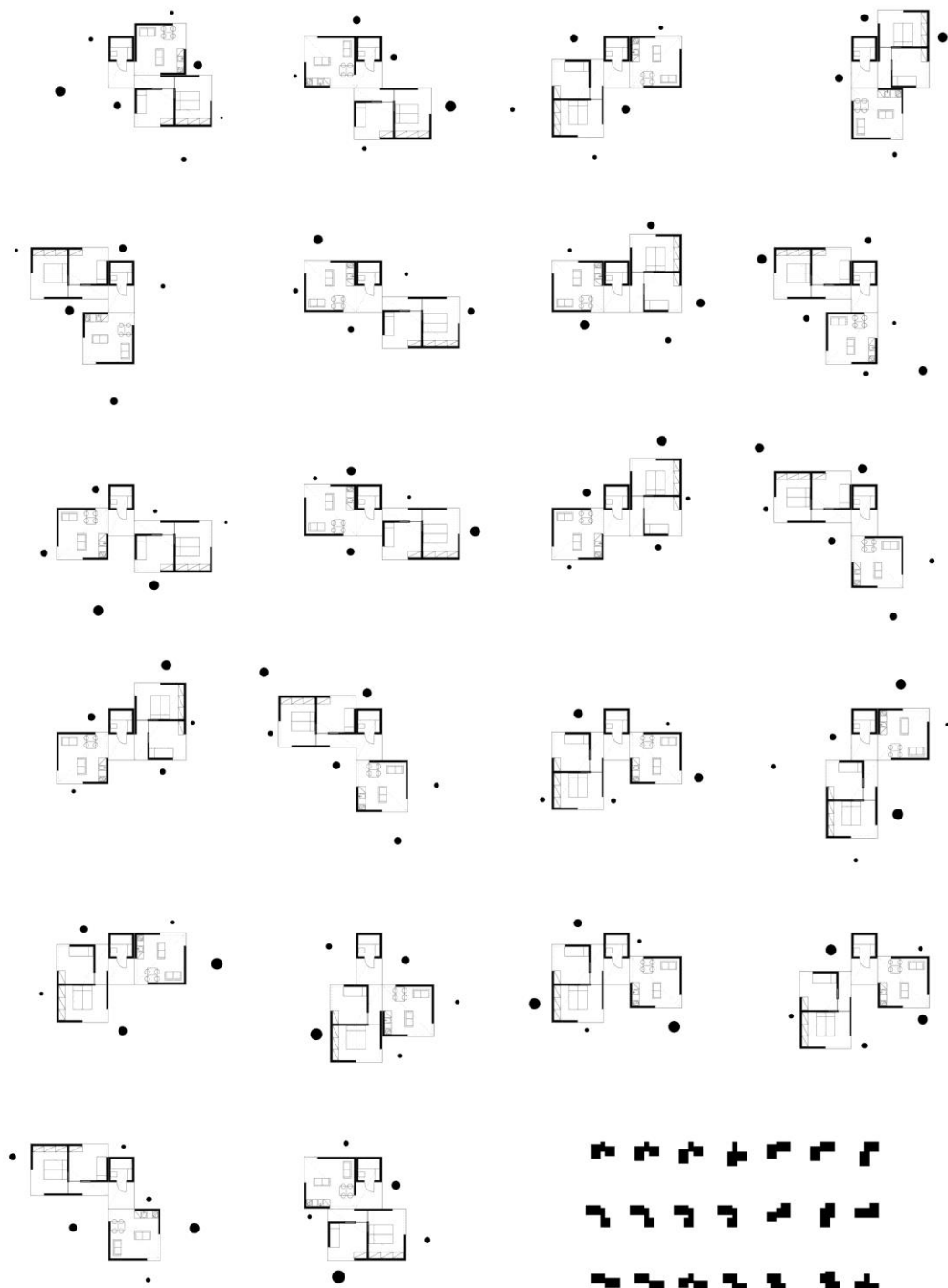
- Piso**
- 9. 30 mm Madeira de pinho em painel trípica.
 - 10. Barreira pára-vapor.
 - 11. Lã de rocha.
 - 12. OSB 3.
 - 13. 4 mm Painel compósito de alumínio STACEOND.
- Cobertura**
- 1. Tela pára-chuva.
 - 2. 30 mm Madeira de pinho em painel trípica.
 - 3. Rufs em zinco.
 - 4. OSB 3.
 - 5. Barreira pára-vapor.
 - 6. Lã de rocha.
 - 7. 12 mm Madeira de pinho em painel trípica.
 - 8. 4 mm Painel compósito de alumínio STACEOND.



Eco-Resort Pedras Salgadas s/escala: (<http://www.pedrassalgadaspark.com>)

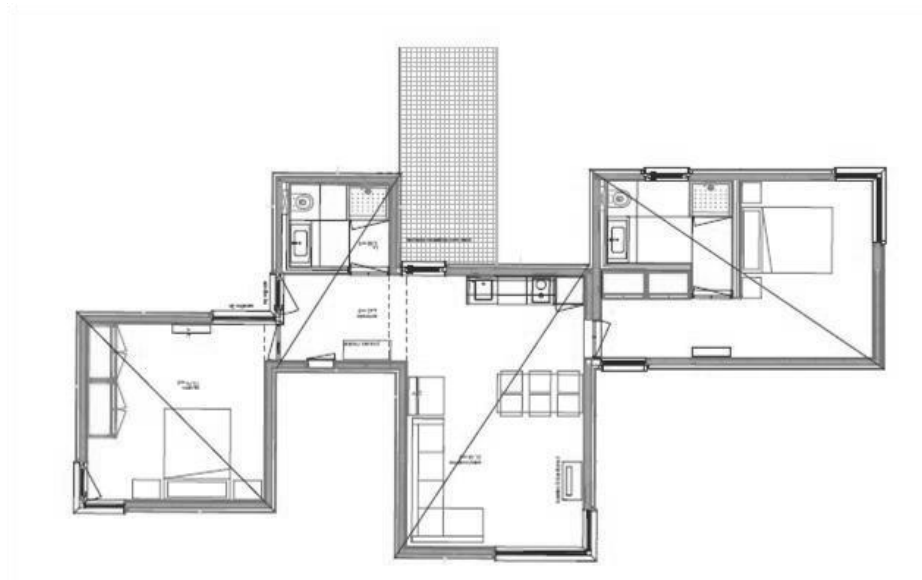


Conjugação de Módulos Pedras Salgadas: (<http://www.pedrassalgadaspark.com>)



Plantas de Tipologias Pedras Salgadas: (<http://www.pedrassalgadaspark.com>)

Eco House Privilege s/escala



Eco House Deluxe s/escala

Eco House Superior s/escala



Critérios de avaliação do sistema LiderA:

(<http://www.lidera.info/index.aspx?p=MenuContPage&MenuId=15&ContId=18>)

Vertentes	Áreas	Critérios
Integração Local	Solo	valorização territorial (C1)
		optimização ambiental da implantação (C2)
	Ecossistemas	valorização ecológica (C3)
		interligação de habitats (C4)
	Paisagem e Património	integração paisagística (C5)
		protecção e valorização do património (C6)
Recursos	Energia	eficiência nos consumos e certificação energética (C7)
		desenho passivo (C8)
		intensidade em carbono (C9)
	Água	consumo de água potável (C10)
		gestão das águas locais (C11)
	Materiais	durabilidade (C12)
		materiais locais (C13)
		materiais de baixo impacte (C14)
	Alimentares	produção local de alimentos (C15)
Cargas Ambientais	Efluentes	tratamento das águas residuais (C16)
		caudal de reutilização de águas usadas (C17)
	Emissões Atmosféricas	caudal de emissões atmosféricas (C18)
	Resíduos	produção de resíduos (C19)
		gestão de resíduos perigosos (C20)
		valorização de resíduos (C21)
	Ruído Exterior	fontes de ruído para o exterior (C22)
	Poluição Ilumino-Térmica	poluição ilumino-térmica (C23)
Conforto Ambiental	Qualidade do Ar	níveis de qualidade do ar (C24)
	Conforto Térmico	conforto térmico (C25)
	Iluminação e Acústica	níveis de iluminação (C26)
		conforto sonoro (C27)
Vivência Sócio-Económica	Acesso para todos	acesso aos transportes públicos (C28)
		mobilidade de baixo impacto (C29)
		soluções inclusivas (C30)
	Diversidade Económica	flexibilidade - adaptabilidade aos usos (C31)
		dinâmica económica (C32)
		trabalho local (C33)
	Amenidade e Integração Social	amenidade locais (C34)
		interacção com a comunidade (C35)
	Participação e Controlo	capacidade de controlo (C36)
		condições de participação e governância (C37)
		controlo de riscos naturais (C38)
		controlo das ameaças humanas (C39)
	Custos no Ciclo de Vida	custos no ciclo de vida (C30)
Uso Sustentável	Gestão Ambiental	condições de utilização ambiental (C41)
		sistema de gestão ambiental (C42)
	Inovação	inovações (C43)

EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO MODULAR SUSTENTÁVEL EM PORTUGAL

MIMA HOUSING

Formada em 2011 pelos arquitectos Marta Rondão e Mário Sousa com o propósito de criar uma arquitectura prática, rápida e acessível a todos.

A sua grelha modular é de 1,60 m x 1,60 m. Apresenta um catálogo com quatro modelos de casa modulares sustentáveis: MIMA *House*, MIMA *Light*, MIMA *Essential* e MIMA *Mass*.

Sede situada em Afife, Viana do Castelo.

TREEHOUSE

Linhagem de construção modular sustentável da empresa JULAR com o *atelier* Appleton & Domingos Arquitectos.

Apresenta um módulo base com as dimensões 3,30 m x 6,60 m. Tem quatro linhagens de casas modulares sustentáveis: *Treehouse* original, *Treehouse* Riga, *Trehouse* Spot T0 e *SW Logde*.

Sede situada na Azambuja, Lisboa.

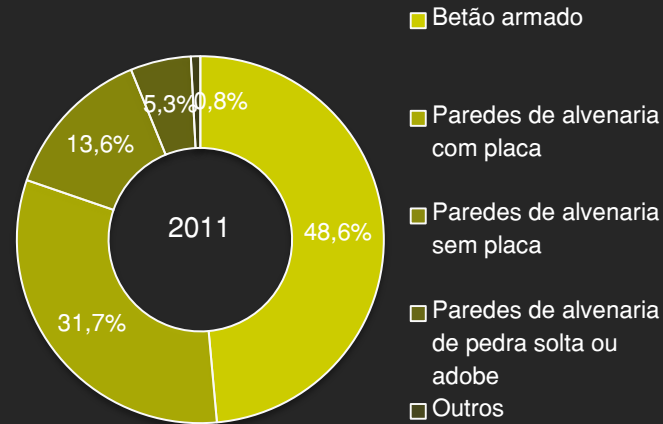
MODULAR SYSTEM

Fundada em 2009 pelo *atelier* Arquipoito e a Geo Investimentos.

As dimensões do seu módulo base 2,50/3,00 m x 6,00 m. Apresenta vários modelos de casas modulares sustentáveis: *Standard*, Personalizadas, *Costum*, *Hobo*, *Nomad* e *Mobile*.

Sede situada no Porto.

SECTOR DA CONSTRUÇÃO EM PORTUGAL



Materialidade da estrutura das construções em Portugal 2011 (Censos 2011).

Verifica-se que, em 2011, a maioria das construções em Portugal, apresentavam uma estrutura em betão armado (48,6%) ou em paredes de alvenaria (45,3%), sendo que apenas 1% das construções apresentavam outro tipo de estrutura. Desde 2001 as construções em betão armado cresceram exponencialmente; no entanto, é necessário ter em atenção o impacto ambiental das mesmas e procurar materiais mais “ecológicos” para construir e outros sistemas de construção além do tradicional, sem abdicar do conforto interior das habitações.

“BUILDINGS ARE PART OF A COMPLEX INTERACTION BETWEEN PEOPLE, THE BUILDINGS THEMSELVES, THE CLIMATE AND THE ENVIRONMENT.”- SUE ROAF



CASAS MODULARES SUSTENTÁVEIS

Princípios e vantagens

Ana Viegas Dias Rodrigues

20130256

Lisboa, Novembro, 2018



FACULDADE DE ARQUITETURA
UNIVERSIDADE DE LISBOA

PORQUE É QUE A CONSTRUÇÃO MODULAR É MAIS SUSTENTÁVEL QUE A TRADICIONAL?

TRABALHO EM ESPAÇO FECHADO

O trabalho em fábrica permite maior controlo e segurança, não só dos elementos construídos (diminuindo o risco de defeitos e erros) como também dos trabalhadores. Este ambiente controlado, permite uma redução da poluição e ruído emitido durante a obra e garante a redução dos resíduos gerados.

RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO

Por outro lado, permite a redução dos desperdícios e um aumento da reutilização e reciclagem dos materiais, devido ao facto de ser um tipo de construção que, em fim de vida, é desmantelada e cujos materiais podem ser reutilizados para outros fins ou transformados.

REDUZIDO IMPACTE AMBIENTAL

Diminui o impacte que tem no local de implantação e reduz o impacte sobre os ecossistemas do mesmo.

PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO MODULAR SUSTENTÁVEL

- ✓ Rapidez da construção;
- ✓ Economia dos custos;
- ✓ Adaptabilidade e flexibilidade;
- ✓ Localização sustentável, aproveitamento das características bioclimáticas locais;
- ✓ Gestão eficiente dos recursos em todas as etapas de construção;
- ✓ Uso de fontes de energia renováveis;
- ✓ Garantir conforto no interior do edifício através de soluções passivas e activas;
- ✓ Utilização de materiais eco-eficientes;
- ✓ Reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos da construção;
- ✓ Garantir a durabilidade do edificado;
- ✓ Formular o projecto, pensando em todo o seu ciclo de vida.

QUAIS OS ENTRAVES A ESTE TIPO DE CONSTRUÇÃO?

- *A mentalidade da sociedade.*
- *Falta de informação e desconhecimento sobre a temática.*
- *Pouca divulgação deste sistema de construção em faculdades de arquitectura.*

VANTAGENS DE CONSTRUÇÃO MODULAR:

- ✓ Economia de tempo;
- ✓ Elevado controlo de qualidade;
- ✓ Redução do impacte no local de implantação;
- ✓ Redução dos custos globais da construção;
- ✓ Redução dos impactes ambientais;
- ✓ Redução dos resíduos gerados;
- ✓ Aumento do rigor e estabilidade do projecto;
- ✓ Redução dos riscos de acidentes de trabalho;
- ✓ Processo integrado de construção (melhor comunicação entre as várias equipas);
- ✓ Possibilidade de personalização e adaptação das casas;
- ✓ Preços flexíveis e acessíveis;
- ✓ Os edifícios são desmontáveis: possibilidade de reutilização e de reciclagem dos materiais e elementos constituintes.

DESVANTAGENS:

- ✓ Investimento inicial elevado;
- ✓ Limitações relativamente ao tamanho dos módulos existentes, devido ao transporte (dimensões *standard* de cada empresa)
- ✓ Necessidade de compra de um terreno;
- ✓ Distância entre a fábrica ao local de implantação: necessidade de transporte;
- ✓ Dificuldade de financiamento.

